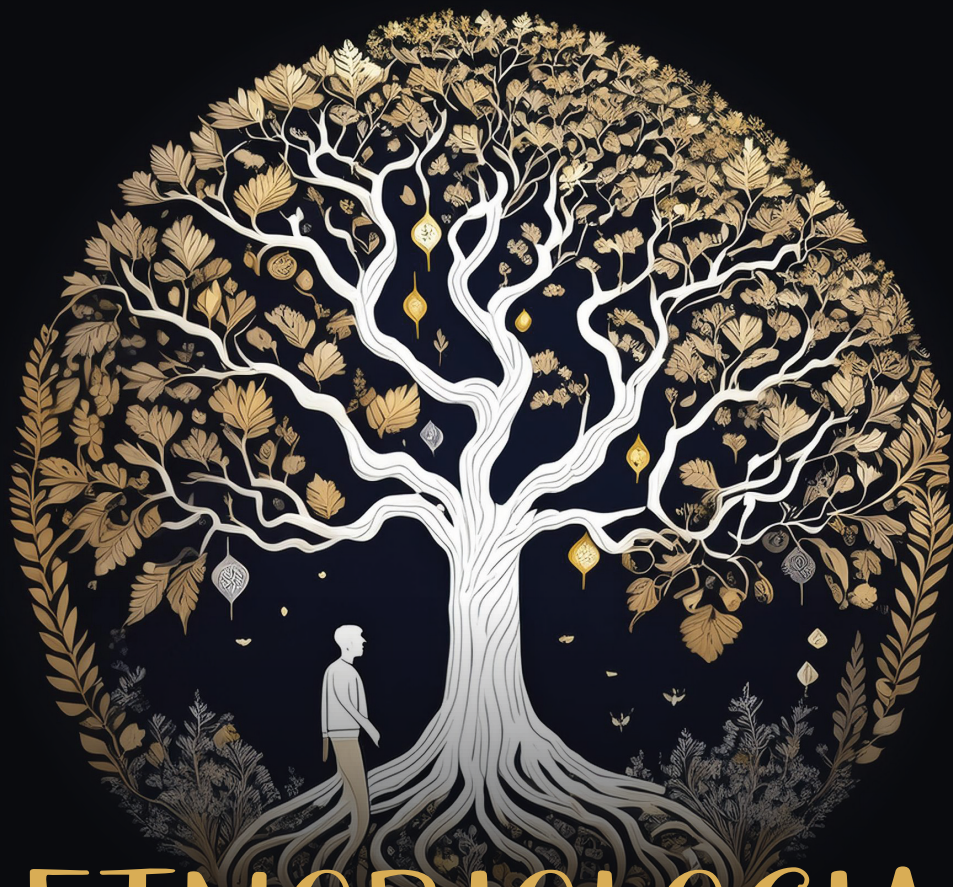


ULYSSES PAULINO DE ALBUQUERQUE



ETNOBIOLOGIA EVOLUTIVA

LIVRO TEXTO COMPLETO DO BÁSICO AO AVANÇADO

canal6 editora



ULYSSES PAULINO DE ALBUQUERQUE



ETNOBIOLOGIA EVOLUTIVA

LIVRO TEXTO COMPLETO DO BÁSICO AO AVANÇADO

canal6 editora

1ª Edição • 2024
Bauru/SP

canal6 editora

Rua José Pereira Guedes, 7-14
Pq. Paulista | CEP 17031-420 | Bauru, SP
(14) 3313-7968 | www.canal6editora.com.br



ASSOCIADO



Copyright© Ulysses Paulino de Albuquerque
Impresso no Brasil/Printed in Brazil

Diagramação

Erika Woelke

Revisão textual

Verônica Franciele Seidel

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(BENITEZ Catalogação Ass. Editorial, MS, Brasil)

E85 Etnobiologia evolutiva : livro texto completo do básico ao avançado /
1.ed. Ulysses Paulino de Albuquerque (editor). — 1.ed. — Bauru, SP: Canal 6
Editora, 2024.
406 p. ; 15,5 x 23 cm.

Bibliografia.
ISBN 978-85-7917-663-0
DOI 10.52050/9788579176630

1. Etnobiologia. 2. Etnobiologia evolutiva. 3. Etnobiologia – Fundamentação.
I. Albuquerque, Ulysses Paulino de.

07-2024/26

CDD 304.2

Índice para catálogo sistemático:

1. Etnobiologia 304.2

Aline Grazielle Benitez – Bibliotecária - CRB-1/3129

É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, distribuição na Web e outros), sem permissão expressa do editor.

Sumário

Apresentação	9
CAPÍTULO 1	
Etrobiologia evolutiva: conceito e fundamentos	11
<i>Ulysses Paulino de Albuquerque e Washington Soares Ferreira Júnior</i>	
CAPÍTULO 2	
Teoria da construção de nicho	32
<i>Ulysses Paulino de Albuquerque, Washington Soares Ferreira Júnior, Flávia Rosa Santoro, Wendy Marisol Torres-Aviles e José Ribamar de Sousa Júnior</i>	
CAPÍTULO 3	
Teoria da evolução cultural: fundamentos	55
<i>Flávia Rosa Santoro, André Luiz Borba do Nascimento, Washington Soares Ferreira Júnior, Gustavo Taboada Soldati e Ulysses Paulino de Albuquerque</i>	
CAPÍTULO 4	
Teoria da evolução cultural: a má-adaptação e suas implicações	92
<i>André Luiz Borba do Nascimento e Ulysses Paulino de Albuquerque</i>	
CAPÍTULO 5	
Psicologia Evolucionista e ciências ambientais	118
<i>Ulysses Paulino de Albuquerque, Joelson Moreno Brito de Moura, Risoneide Henriques da Silva, Washington Soares Ferreira Júnior, Taline Cristina da Silva</i>	
CAPÍTULO 6	
Psicologia Evolucionista: novas oportunidades para estudos em Etnobiologia Evolutiva	144
<i>Joelson Moreno Brito de Moura, Risoneide Henriques da Silva, Washington Soares Ferreira Júnior, Taline Cristina da Silva, Ulysses Paulino de Albuquerque</i>	

CAPÍTULO 7

O elo entre a memória adaptativa e a atração cultural 172

Risoneide Henriques da Silva, Washington Soares Ferreira Júnior, Joelson Moreno Brito de Moura, Ulysses Paulino de Albuquerque

CAPÍTULO 8

**As abordagens ecológico-evolutivas sobre a relação
pessoas-ambiente: história e conceitos 199**

Patrícia Muniz de Medeiros, Marcelo Alves Ramos, Gustavo Taboada Soldati e Ulysses Paulino de Albuquerque

CAPÍTULO 9

**Transmissão de conhecimento: origem social das informações e da
evolução cultural 220**

Gustavo Taboada Soldati

CAPÍTULO 10

Resiliência e adaptação em sistemas socioecológicos..... 244

Washington Soares Ferreira Júnior, André Luiz Borba Nascimento, Marcelo Alves Ramos, Patrícia Muniz de Medeiros, Gustavo Taboada Soldati, Flávia Rosa Santoro e Ulysses Paulino de Albuquerque

CAPÍTULO 11

**Redundância utilitária: adaptação e funcionalidade de sistemas
socioecológicos 266**

André Luiz Borba Nascimento, Washington Soares Ferreira Júnior, Marcelo Alves Ramos, Patrícia Muniz de Medeiros, Gustavo Taboada Soldati, Flávia Rosa Santoro e Ulysses Paulino de Albuquerque

CAPÍTULO 12

**A influência do ambiente sobre o uso de recursos naturais –
evidências da aparência 281**

Ulysses Paulino de Albuquerque, Gustavo Taboada Soldati, Marcelo Alves Ramos, Joabe Gomes de Melo, Patrícia Muniz de Medeiros, André Luiz Borba Nascimento e Washington Soares Ferreira Júnior

CAPÍTULO 14

Crítérios locais de seleção e uso diferencial de plantas medicinais 307

Patrícia Muniz de Medeiros, Ana Haydée Ladio e Ulysses Paulino de Albuquerque

CAPÍTULO 14

Padrões de uso de plantas medicinais por populações locais.....326

Patrícia Muniz de Medeiros e Ulysses Paulino de Albuquerque

CAPÍTULO 15

Bases biológicas e culturais do uso de plantas alimentícias e medicinais....343

Washington Soares Ferreira Júnior, Letícia Zenóbia Oliveira Campos, Andrea Pieroni e Ulysses Paulino de Albuquerque

CAPÍTULO 16

Uma perspectiva evolutiva sobre o uso de alucinógenos358

Washington Soares Ferreira Júnior, Margarita Paloma Cruz, Fábio José Vieira e Ulysses Paulino de Albuquerque

CAPÍTULO 17

Como a nossa mente naturalista ajuda a combater doenças infecciosas.....378

Ulysses Paulino de Albuquerque, Joelson Moreno Brito de Moura, Rayane Karoline Silva dos Santos, Risoneide Henriques da Silva e Washington Soares Ferreira Júnior

Exercícios.....394

Glossário.....398

Sobre os autores403

Apresentação

Como editor deste livro, é com grande satisfação que apresento **Etnobiologia Evolutiva**. Este trabalho representa a culminação de anos de pesquisa e colaboração no campo emergente da etnobiologia evolutiva, um campo que busca compreender os padrões de conhecimento e o comportamento humano em relação à biota, considerando os contextos ecológicos e evolutivos.

Neste volume, reunimos três obras fundamentais¹, publicadas sob nossa responsabilidade, que exploram a interface entre a biologia evolutiva e as interações humanas com a biota. Esta compilação não só consolida os avanços teóricos e metodológicos na área, mas também ilustra a relevância prática desses estudos para a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade dos sistemas socioecológicos.

Abordamos como os mecanismos psicológicos evoluídos influenciam as interações humanas com o ambiente. Temas como a memória adaptativa, a evolução cultural e a atração cultural são explorados para oferecer novas perspectivas aos estudos etnobiológicos. Acredito que esta análise destaca a importância das adaptações mentais na evolução do comportamento humano, proporcionando uma compreensão profunda das complexas relações entre mente e ambiente.

Além disso, concebemos este livro como um texto fundamental para o ensino de etnobiologia evolutiva em cursos de graduação e pós-graduação. Nossa intenção é que ele sirva como uma referência essencial para a formação acadêmica e profissional nesta disciplina de vital importância.

Com esta obra, visamos não apenas enriquecer o campo da etnobiologia evolutiva, mas também fornecer aos professores e estudantes uma ferramenta valiosa para o ensino e a pesquisa, ajudando a moldar um futuro em que o conhecimento das interações humanas com a biota continue a florescer.

1 Etnobiologia: bases ecológicas e evolutivas (2018), Fundamentos de Etnobiologia Evolutiva volume 1 (2018) e volume 2 (2022).

CAPÍTULO 1

Etnobiologia evolutiva: conceito e fundamentos²

Ulysses Paulino de Albuquerque e Washington Soares Ferreira Júnior

-
- 2 Versão modificada e traduzida de Albuquerque & Ferreira Júnior et al. (2017). Publicado com a permissão da editora.

ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:



<https://youtu.be/EQ8A3NvFQ8A>



<https://youtube.com/live/Q9x7KtoE07s>



A relação entre seres humanos e natureza é complexa e multifatorial, motivando a existência de muitas disciplinas científicas que tentam entender essa relação. Sem dúvida alguma, é preciso considerar os vários fatores envolvidos nessa associação, tais como fatores culturais, biológicos e ambientais (Medeiros *et al.* 2015a). Tradicionalmente, a etnobiologia foi uma das disciplinas que assumiu o desafio de entender como a nossa espécie interage com os demais seres vivos (Albuquerque *et al.* 2015a) e, devido à complexidade dos fenômenos que investiga, é por natureza uma ciência interdisciplinar (Wolverton 2013). A etnobiologia tem sido encorajada, assim, a integrar diferentes cenários teóricos e metodológicos para lidar com as relações dinâmicas entre pessoas e biota, buscando a construção de suas próprias bases teóricas (ver Hurrell 1987; Albuquerque & Hanazaki 2009). Todavia, o desafio de unir conceitos para formar um programa de investigação sólido ainda não foi atingido. Nesse sentido, a etnobiologia, com sua vocação teórica para estudar essas relações, poderia se beneficiar dos cenários construídos por disciplinas já consolidadas e estabelecidas, como é o caso da ecologia e da evolução (ver Saslis-Lagoudakis & Clarke 2013).

Os cenários ecológicos podem ser importantes para compreender as inter-relações entre pessoas e biota. Nesse sentido, o comportamento humano, como práticas de manejo dirigidas a recursos biológicos, interfere nas dinâmicas ecológicas de paisagens, levando a modificações na abundância de algumas plantas (Balée 2006; Junqueira *et al.* 2011). Do mesmo modo, o ambiente afeta a conduta das pessoas em relação aos recursos biológicos (Albuquerque 2010), visto que evidências sugerem, por exemplo, que variações recentes no clima podem afetar as estratégias de agricultores tradicionais (Vedwan & Rhoades 2001; Becken *et al.* 2013).

As inter-relações entre pessoas e biota também podem ser entendidas ou explicadas a partir de cenários evolucionários. Estudos envolvendo a domesticação fornecem evidências de que a manipulação humana de certas espécies no passado modificou a história evolutiva dessas espécies (Salick 1995; Parra *et al.* 2012; Casas *et al.* 2015). Além disso, as práticas humanas dirigidas ao ambiente também podem ter influenciado a nossa própria história evolutiva. Existem indícios de que a prática de agricultura no passado teria levado a um aumento na incidência de malária e,

como consequência, à seleção de indivíduos com a condição da anemia falciforme em certos grupos africanos (ver o capítulo 2; O'Brien & Laland 2012). Nesse sentido, o estudo etnobiológico a partir de cenários da ecologia e da evolução pode contribuir para o entendimento de como a nossa espécie têm modificado ambientes e como estes também têm modificado a nossa história ecológica e evolutiva. Laland & Brown (2011) argumentam, tendo isso em vista, que o uso cuidadoso da teoria evolutiva pode nos fazer avançar no entendimento da humanidade.

Ao propor a integração da etnobiologia aos cenários da ecologia e evolução, Albuquerque & Medeiros (2013) sugerem a formação de um novo ramo da etnobiologia, a etnobiologia evolutiva. Segundo Albuquerque *et al.* (2015a: 4), a etnobiologia evolutiva pode ser entendida como “o ramo da etnobiologia que estuda as histórias evolutivas dos padrões comportamentais e entendimento humano sobre os recursos biológicos (envolvendo cognição e comportamento), considerando os aspectos históricos e contemporâneos que influenciam esses comportamentos nos níveis individual e social”³. Esse ramo da etnobiologia necessita de um programa de investigação que integre um conjunto de premissas comuns para nortear pesquisas no futuro.

Neste capítulo, nós introduzimos os conceitos fundamentais desse novo campo, que é a etnobiologia evolutiva, na tentativa de integrar a etnobiologia aos cenários teóricos fornecidos pela ecologia e pela evolução. Aqui não pretendemos afirmar que cenários de outras disciplinas não são importantes, como a antropologia e a sociologia, já que nossa espécie também é cultural. Contudo, para o programa de etnobiologia evolutiva, vamos considerar a ecologia e a evolução como fontes que fornecem cenários para investigar as inter-relações entre pessoas e biota, levando em consideração que o comportamento humano pode ser modelado por nossa identidade biológica e cultural.

3 Tradução nossa. Todos os casos de citação direta nesta obra foram por nós traduzidas.

De que trata a etnobiologia evolutiva?

A etnobiologia evolutiva busca explicar o nosso comportamento em relação à biota, isto é, como nós a influenciemos e somos influenciados por ela no tempo e no espaço. Dito de outro modo, a etnobiologia evolutiva é um campo de investigação interdisciplinar, que integra diferentes cenários teóricos e metodológicos, voltado para compreender a relação da espécie humana com os demais seres vivos no que concerne às dimensões cognitivas, culturais e econômicas (utilitárias). Seu foco de investigação consiste, assim, nos sistemas socioecológicos. Esses sistemas emergem pela interação de sistemas socioculturais (o conjunto de crenças, conhecimentos e comportamentos presentes em grupos humanos) e sistemas ecológicos (os componentes bióticos e abióticos do ambiente dos grupos humanos), os quais se relacionam de modo que a separação entre eles se mostra arbitrária, tornando apropriada a designação *sistemas socioecológicos* (Berkes & Folke 1998).

O foco em sistemas socioecológicos não reflete uma especificidade do programa em etnobiologia evolutiva ante a outras abordagens que estudam a relação entre pessoas e ambiente, uma vez que diferentes disciplinas se interessam pela dinâmica desses sistemas a partir de distintos cenários teóricos. A etnobiologia evolutiva foca os aspectos ecológicos e evolutivos dessa *relação*. Outras disciplinas, como a ecologia humana (Kormondy & Brown 1998), a ecologia comportamental humana (Hames 2001) e a psicologia evolucionista (Tooby & Cosmides 1990; Gangestad & Tybur 2016), estudam a relação desses componentes (pessoas e ambiente) também a partir de cenários ecológicos e evolutivos, sendo um dos objetivos dessas abordagens compreender como o comportamento humano responde a diversos ambientes e contextos.

Por exemplo, o comportamento humano pode ser entendido como uma resposta a fatores ambientais atuais (ver ecologia comportamental humana) ou como adaptações a ambientes ancestrais (ver psicologia evolucionista). Na etnobiologia evolutiva, focamos o estudo das propriedades que emergem das relações entre pessoas e ambiente e que resultam em inter-relações (ver Hurrell 1987 e Hurrell & Albuquerque 2012 para uma discussão semelhante).

Especificamente, focalizamos os aspectos cognitivos e comportamentais que emergem das relações entre pessoas e natureza. Um dos componentes que emergem dessas relações é o conhecimento ecológico tradicional (CET), que representa o conjunto dinâmico de conhecimentos, práticas e crenças que grupos humanos possuem sobre o ambiente (Berkes *et al.* 2000). Outras características emergentes são os diferentes tipos de manejo presentes em sistemas socioecológicos e que também estão baseados no CET (ver Casas *et al.* 2015). Nesse sentido, a etnobiologia evolutiva questiona-se sobre os fatores que moldam as características resultantes da interação entre pessoas e ambiente (CET e tipos de manejo, por exemplo) e sobre como essas características afetam tanto os seres humanos quanto os componentes do ambiente com os quais interagem (a biota, por exemplo). Isso origina um modelo conceitual que considera a natureza cíclica das interações entre seres humanos e ambiente. O modelo pode ser expresso nas seguintes questões de interesse em etnobiologia evolutiva: (1) como os aspectos cognitivos que emergem dessas relações modelam o comportamento humano em relação ao ambiente?; (2) como esse comportamento afeta o ambiente (a disponibilidade de espécies úteis, por exemplo)?; e (3) de que forma o ambiente modificado tem moldado a cognição e o comportamento humano?

A etnobiologia evolutiva entende, assim, que os componentes dessa relação se influenciam mutuamente, levando a um conceito-chave: a *causação recíproca*. Dessa maneira, a etnobiologia evolutiva aproxima-se de abordagens evolutivas que consideram as influências mútuas entre pessoas e ambiente, tais como a coevolução gene-cultura e a teoria da construção de nicho – a construção de nicho encerra outro conceito-chave em etnobiologia evolutiva, do qual trataremos no próximo capítulo (ver Albuquerque *et al.* 2015b).

Em etnobiologia evolutiva, admitimos que a cultura e a biologia agem de modo conjunto e em distintas escalas para produzir os diferentes relacionamentos de nossa espécie com a natureza. Se os sistemas biológicos e culturais evoluem, os sistemas socioecológicos, que integram os dois primeiros, evoluem igualmente combinando diferentes mecanismos. É preciso deixar claro que nosso conceito de sistemas socioecológicos é bastante amplo e não engloba apenas a dimensão prática e transformativa da

nossa relação com a biota, mas também a dimensão cognitiva de como a mente humana evoluiu. Portanto, a etnobiologia evolutiva enxerga tais sistemas como *entidades bioculturais* de natureza complexa. Bolhuis *et al.* (2011) argumentam, por exemplo, que o desenvolvimento de um organismo inclui, além das características de seus cérebros, a informação que é herdada geneticamente, epigeneticamente e culturalmente em resposta às características construídas do ambiente (seja ele físico ou social). Também podemos enxergar os sistemas socioecológicos nesses termos. Assim, os fenômenos que são objetos de análise em etnobiologia evolutiva não podem ser completamente entendidos sem considerar os processos de evolução biológica e cultural.

A etnobiologia evolutiva também integra o que tem sido tratado, muitas vezes, de forma separada na literatura: as causas próximas e distantes. Tradicionalmente, as causas próximas (fisiologia e ecologia) dizem respeito à influência imediata sobre um traço, e as causas últimas dizem respeito às explicações sobre a origem desses traços (evolução) (ver Laland *et al.* 2011). As causas próximas podem estar ligadas, por exemplo, aos fatores que atualmente interferem na relação pessoas-ambiente. Um estudo hipotético interessado em investigar causas próximas poderia questionar *como as variações no clima afetam as relações pessoas-biota?* As causas últimas, por sua vez, podem indicar de que modo as relações humanas com o ambiente no passado explicam por que determinados comportamentos emergiram e se mantêm em grupos humanos. Pensar dessa forma pode ser bastante útil do ponto de vista heurístico, como têm apontado Laland *et al.* (2011). Todavia, ao fazer isso, ignoramos que causas próximas podem guardar relações com causas últimas. Nesse sentido, a ideia de causação recíproca parece melhor acomodar as evidências que apontam os diferentes vieses na evolução e mostram a integração entre causas próximas e distantes (Laland 2015).

As evidências para o argumento da causação recíproca acumulam-se a cada dia (Laland *et al.* 2015). Vários cientistas têm demonstrado que processos culturais podem produzir efeitos sobre a evolução humana, uma vez que práticas culturais são capazes de modificar o ambiente de pressão seletiva que atua em nossa espécie (Laland *et al.* 2010). Por exemplo, a variação cultural que verificamos na dieta humana claramente explica

diferenças genéticas adaptativas entre distintos grupos humanos, como no caso do consumo de amido (Laland *et al.* 2010). Podemos afirmar, então, que a causalção recíproca é um conceito-chave para a nossa proposta. Na Tabela 1, a seguir, apresentamos outros conceitos-chave para o programa de etnobiologia evolutiva.

Tabela 1. Conceitos centrais para o programa de etnobiologia evolutiva.

Conceito	Explicação
Sistemas de herança inclusiva	A informação que circula em entidades bioculturais, como nos sistemas socioecológicos, é de natureza diversa. Em sistemas socioecológicos, não só genes são herdados, mas também ambientes e informações culturais. Essas informações adquiridas podem ter ou não implicações evolutivas e podem ter dinâmicas muito próprias de transmissão. Portanto, a etnobiologia evolutiva não opera conceitualmente e metodologicamente apenas em nível dos genes, mas também dos ambientes e da transmissão de traços culturais.
Construção de nicho	Existe uma complementariedade entre sistemas ecológicos, sociais e culturais, premissa básica da abordagem em etnobiologia evolutiva. Os organismos podem modificar seu ambiente, e o ambiente modificado pode ser herdado (herança ecológica) por outras gerações. Tais modificações herdadas podem afetar a configuração dos sistemas socioecológicos, sendo capazes, portanto, de enviesar pressões seletivas. Isso significa que as pessoas coevoluem com os seus ambientes.
Adaptação	A adaptação é um conceito, embora central, aqui relativizado. A evolução cultural pode levar a circular no sistema informações mal-adaptadas, que podem conduzir a comportamentos mal-adaptados. Nesse caso, em sistemas socioecológicos, os comportamentos podem não ser ótimos, mas subótimos.
Variação	Existe variação nos sistemas socioecológicos, e essa variação pode ser transmitida. Os traços em um sistema podem competir um com o outro, sem necessariamente implicar maximização de <i>fitness</i> ³ biológico ou cultural.

4 Fitness descreve o sucesso reprodutivo de um indivíduo, ou seja, o grau em que os indivíduos contribuirão com sua prole para a próxima geração (Ridley 2006).

Conceito	Explicação
Memória adaptativa	O conceito de memória adaptativa é central ao programa de etnobiologia evolutiva. Assumimos que nossa relação evolutiva com a biota foi um dos aspectos mais relevantes para nosso sucesso evolucionário. Portanto, a forma como percebemos, classificamos, manejamos e nos relacionamos com a biota pode encerrar expressivos elementos adaptativos. Assim, informações relevantes para nossa sobrevivência (biológica e/ou cultural) seriam particularmente mais facilmente armazenadas e recuperadas na memória.
Mente naturalista	A mente naturalista é uma entidade socioecológica abstrata. A forma como nos apropriamos da natureza e procuramos entender o mundo natural constitui o aspecto complexo da nossa estrutura cognitiva. Devido à relevância para a espécie humana, em especial durante nossa evolução biológica e cultural, das informações sobre o mundo natural, essa mente naturalista foi moldada por um processo de influência recíproca.
Traços bioculturais	São traços de informações (como <i>planta x serve para o tratamento de y</i>), que são originados a partir das interações entre pessoas e biota. Os traços bioculturais são entidades que combinam informação cultural e informação biológica de natureza dinâmica.

Os fundamentos

A etnobiologia evolutiva, devido à sua natureza interdisciplinar, é um campo de confluência para diferentes disciplinas acadêmicas. Todavia, a nosso ver, algumas são particularmente relevantes:

1. *Evolução cultural* – os avanços dessa disciplina científica podem nos ajudar a compreender como os traços culturais ligados diretamente à nossa relação com a natureza evoluem em sistemas socioecológicos (ver o capítulo 3). A literatura sobre evolução cultural é vasta, já tendo sido alcançados grandes avanços na compreensão da evolução da cultura humana a partir de uma ótica darwinista (Mesoudi 2015). Entretanto, pelo que sabemos, poucas pesquisas focaram essa nossa relação com a natureza (ver Reyes-García *et al.* 2009; Salpeteur *et al.* 2015; Soldati *et al.* 2015), sendo evidente a falta de estudos empíricos. No programa em etnobiologia evolutiva, os traços (informações) que emergem das relações entre pessoas e ambiente podem ser denominados *traços*

bioculturais, constituindo produtos da nossa natureza biológica e cultural. Nesse contexto, a percepção de propriedades organolépticas (gosto e cheiro), por exemplo, aspecto importante em diversos grupos humanos para o reconhecimento de plantas de uso medicinal (Brett & Heinrich 1998; Ankli *et al.* 1999; Pieroni *et al.* 2002), é um produto tanto da biologia da nossa espécie, no que concerne à habilidade inata em perceber cheiros e gostos, quanto da cultura, a qual fornece o contexto para a expressão dessas percepções (Johns 1990; Ferreira Júnior *et al.* 2015a). Assim, o estudo de traços bioculturais pode ser importante para o entendimento da evolução cultural. Ao considerar que lidamos com traços originários da interação entre pessoas e natureza, importantes para a sobrevivência humana ao longo da evolução, podem ser evidenciados mecanismos envolvidos na evolução cultural (isto é, transmissão de conhecimento) que o estudo de traços culturais de outra natureza não revelaria.

2. *Ecologia comportamental humana* – muitas pesquisas em ecologia humana e mesmo em etnobiologia foram influenciadas por essa área, notadamente as que empregaram os modelos de otimização (ver Begossi 1992). A teoria do forrageamento ótimo (MacArthur & Pianka 1966; Pyke 1984) foi alvo de grande interesse dos pesquisadores da área, que constataram que a conduta humana nem sempre obedece às previsões dos modelos (Lopes *et al.* 2011; Soldati & Albuquerque 2012), principalmente porque estes parecem ignorar algumas importantes variáveis que podem afetar o comportamento de forrageio. É o que ocorre, por exemplo, quando as decisões de um indivíduo são afetadas por normas sociais (ver Fehr & Fischbacher 2004; Gorman *et al.* 2008), em especial em situações de exploração de recursos de uso comum.
3. *Psicologia evolucionista* – quando estudamos a relação da espécie humana com a natureza, estamos lidando com fenômenos que são, em sua essência, de natureza cognitiva. A psicologia evolucionista enxerga a mente humana como uma máquina desenhada pela seleção natural para resolver problemas adaptativos de nossos ancestrais caçadores-coletores (Tooby & Cosmides 1990). Assumindo essa premissa como verdadeira, muitas das relações atuais com a natureza podem ser explicadas à luz

de um cérebro adaptado aos desafios do passado. O poder explicativo dessa ideia é muito grande, mas merece algumas relativizações que foram postas em evidência por Bolhuis *et al.* (2011). A partir do cenário da psicologia evolucionista, podemos destacar a *memória adaptativa* como um dos conceitos-chave em etnobiologia evolutiva para entender a nossa mente naturalista. A ideia de memória adaptativa sugere que os sistemas de memória na espécie humana evoluíram por seleção natural para processar informações de relevância para nossa sobrevivência (Nairne *et al.* 2007; 2008; Nairne & Pandeirada 2008). Isso pode indicar que grupos humanos tendem a guardar na memória informações que oferecem vantagens adaptativas. Nesse sentido, podemos prever, por exemplo, que recursos bastante lembrados (alta popularidade) no uso medicinal por determinado grupo humano apresentam características vantajosas nesse uso, tais como uma alta disponibilidade no ambiente, alta eficácia no tratamento ou alta versatilidade terapêutica (ver o desenvolvimento dessa ideia em Ferreira Júnior & Albuquerque 2015).

4. *Ciências cognitivas* – aqui nós incluímos as ciências interessadas na cognição humana, como a psicologia cognitiva, que busca entender a memória. A etnobiologia evolutiva tem um interesse especial nos fenômenos de memória do ponto de vista tanto teórico quanto metodológico. Teoricamente, uma questão central consiste em responder de que modo se estruturam e funcionam os diferentes sistemas de memória em relação à recuperação e ao armazenamento de informações (ver, por exemplo, Klein 2016) ligadas ao mundo natural, bem como qual é o seu papel adaptativo e evolutivo, ou seja, de que forma evoluiu e opera a nossa mente naturalista. Metodologicamente, quando coletamos dados empíricos em sistemas reais, basicamente recuperamos dados armazenados na memória individual, sendo necessário atentar à questão central de como a memória pode enviar a coleta e a interpretação de dados de pesquisa. São poucos os trabalhos em etnobiologia que consideram a memória como foco de pesquisa ou que ao menos reconheçam a sua influência na coleta de dados (ver, por exemplo, Soldati *et al.* 2015; Reyes-Garcia *et al.* 2016; Sousa *et al.* 2016).

5. *Ecologia, evolução e genética* – as abordagens clássicas dessas ciências têm sido empregadas de diferentes formas para compreender a relação dos humanos com a biota. Ora se investiga como as nossas ações sobre a natureza podem afetar a distribuição, abundância, ecologia e evolução das espécies com as quais interagimos, como nos estudos de domesticação de plantas (ver Salick 1995; Casas *et al.* 2015), ora se investiga como a distribuição de uma espécie pode afetar a forma como interagimos com ela (Thomas *et al.* 2009; Albuquerque *et al.* 2015c). O grande desafio colocado aqui pelo programa de etnobiologia evolutiva é tratar essas relações como bidirecionais, ou seja, como relações de influência mútua, e modelar essas relações seja do ponto de vista matemático/estatístico ou conceitual. Por exemplo, o ser humano tem interagido com espécies em particular durante toda a sua história evolutiva. Tal relação não só afetou as espécies-alvo dessa interação, como também afetou a nossa espécie. Sob outra perspectiva, nossa espécie tem interagido com espécies em outros níveis. Algumas plantas e animais se tornam chave em uma cultura, instaurando um processo de atenção privilegiada para esses organismos (o que pode afetar tanto sua ecologia e evolução quanto os sistemas socioculturais que se estruturam e se organizam ao seu redor).

Há quem possa argumentar que as abordagens anteriores, pautadas no pensamento evolutivo, são excludentes e que propor a sua integração em um programa de investigação resulta em um desafio teórico e metodológico. Muitas dessas abordagens contemporâneas, conforme defendem Laland & Brown (2011), apresentam uma considerável sobreposição em termos de perspectiva e metodologia, de modo que podem configurar abordagens complementares apesar das diferenças. Nós defendemos que o uso simultâneo de diferentes abordagens pode ampliar a nossa explicação do comportamento humano (*broad sense*) em relação à biota.

Embora muitos pesquisadores tenham mencionado a importância de cenários ecológicos e evolutivos em estudos etnobiológicos (Hurrell 1987; Johns 1990; Phillips & Gentry 1993a; b; Salick 1995; Hurrell &

Albuquerque 2012; Saslis-Lagoudakis & Clarke 2013; Albuquerque *et al.* 2015a), o seu emprego não obedece a um programa de investigação sistemático e estruturado. Johns (1990), por exemplo, parte do cenário da ecologia química e propõe um modelo teórico para compreender as interações da nossa espécie com compostos químicos vegetais, o “modelo de ecologia química humana”. Este considera que, em nosso passado evolutivo, a busca por alimento estaria baseada na maximização de retornos nutricionais, minimizando potenciais toxinas. Com o risco de intoxicação na alimentação, adaptações biológicas (enzimas de desintoxicação) e culturais (práticas de processamento de plantas) podem ter sido favorecidas. Assim, as evidências apresentadas por Johns (1990) sugerem que nossa relação com compostos químicos vegetais apresenta uma longa história evolutiva (Ferreira Júnior *et al.* 2015a).

Phillips & Gentry (1993b), por sua vez, utilizaram a hipótese da aparência ecológica de Feeny (1976) como base para explicar as relações entre a disponibilidade de plantas no ambiente e a sua importância para grupos humanos. Nesse sentido, Phillips & Gentry (1993b) lançam a hipótese da aparência dentro do contexto da etnobotânica, sugerindo que as plantas mais disponíveis no ambiente tendem, ao longo do tempo, a ser mais experimentadas pelas pessoas que plantas pouco disponíveis ou raras (Albuquerque *et al.* 2015c). Desse modo, um maior número de usos de uma espécie seria explicado por sua disponibilidade, aumentando a sua importância para o grupo humano (Phillips & Gentry 1993b). Alguns exemplos de estudos etnobotânicos que têm testado a hipótese da aparência podem ser encontrados em Lawrence *et al.* (2005), Lucena *et al.* (2007), Thomas *et al.* (2009) e Maldonado *et al.* (2013).

Além da ecologia química, alguns estudos etnobiológicos têm empregado outros cenários ecológicos e evolutivos, tais como a teoria do forrageamento ótimo (Estomba *et al.* 2006; Lopes *et al.* 2011; Soldati & Albuquerque 2012), a teoria dos jogos (Silva *et al.* 2015), a teoria da biogeografia de ilhas (Hanazaki *et al.* 2000) e a domesticação de espécies a partir da ecologia evolutiva (Salick 1995; Casas *et al.* 2015). Uma listagem de alguns cenários é apresentada, a seguir, na Tabela 2.

Tabela 2. Alguns cenários teóricos da ecologia e evolução aplicados em estudos etnobiológicos.

Cenário teórico	Descrição de sua aplicação em etnobiologia
A domesticação de espécies a partir da ecologia evolutiva	Esse cenário tem sido utilizado para entender os processos e mecanismos envolvidos na domesticação de espécies pelo ser humano (Casas <i>et al.</i> 2015). Nesse sentido, auxilia a compreender como as atividades humanas alteram a história evolutiva de outras espécies.
Ecologia comportamental humana (teoria do forrageamento ótimo)	A partir da ecologia evolutiva, certos cenários podem ajudar a entender como o ambiente modela o comportamento humano. Modelos de otimização, como a teoria do forrageamento ótimo, por exemplo, têm contribuído em estudos etnobiológicos para observar se o forrageio de seres humanos para a obtenção de recursos pode ser predito por modelos ótimos (Lopes <i>et al.</i> 2011; Soldati & Albuquerque 2012).
Ecologia química	A partir da ecologia química, a hipótese da aparência tem avaliado o papel da disponibilidade de recursos do ambiente no que concerne à sua importância em grupos humanos (Phillips & Gentry 1993b; Lucena <i>et al.</i> 2007). Um desdobramento da hipótese da aparência foi proposta por Stepp & Moerman (2001) para explicar a predominância de plantas herbáceas em várias farmacopeias no mundo. Além da aparência, a ecologia química foi utilizada por Johns (1990) como cenário para estudar as complexas relações que os seres humanos têm mantido com químicos vegetais. Assim, a aplicação da ecologia química em estudos etnobiológicos tem sido importante no entendimento dos critérios envolvidos na seleção de plantas (Medeiros <i>et al.</i> 2015a).
Teoria da evolução cultural	Essa teoria busca entender a evolução cultural a partir de mecanismos como a transmissão social do conhecimento (Cavalli-Sforza & Feldman 1981). Os modelos de transmissão têm sido empregados em estudos etnobiológicos para acessar as principais vias de transmissão do conhecimento envolvendo os recursos do ambiente (Reyes-García <i>et al.</i> 2009). Esses estudos investigam como o conhecimento das pessoas sobre os recursos se estrutura em grupos humanos (Reyes-García <i>et al.</i> 2009; Salpeteur <i>et al.</i> 2015) e quais são os fatores que podem favorecer certas vias de transmissão do conhecimento (Salpeteur <i>et al.</i> 2015; Soldati <i>et al.</i> 2015).

Cenário teórico	Descrição de sua aplicação em etnobiologia
Resiliência	Alguns estudos etnobiológicos têm utilizado a resiliência ecológica para entender os mecanismos que favorecem a resiliência de sistemas socioecológicos, auxiliando a compreender a dinâmica das relações pessoas-biota diante de perturbações (Ferreira Júnior <i>et al.</i> 2015b; Nascimento <i>et al.</i> 2015).
Filogenia	A filogenia tem ajudado a explicar os padrões de uso de plantas medicinais em diferentes grupos humanos, uma vez que investiga se a seleção de recursos vegetais pode estar ligada às relações filogenéticas dessas espécies (ver Saslis-Lagoudakis <i>et al.</i> 2015).
Psicologia ambiental	Estudos envolvendo a percepção que as pessoas possuem sobre biota e paisagens têm se utilizado da psicologia ambiental para entender os fatores que interferem nessa percepção e que podem guiar o comportamento das pessoas em relação ao ambiente (Medeiros <i>et al.</i> 2015b). No entanto, tem sido discutido na literatura que a percepção humana pode ser compreendida não somente por fatores psicológicos, mas também por fatores culturais e biológicos (Johns 1990; Silva <i>et al.</i> 2010).

Perspectivas

Até o presente momento, os etnobiólogos têm se utilizado desses cenários teóricos sem estabelecer muitos diálogos entre suas pesquisas. Podemos destacar alguns motivos para essa falta de diálogo: (1) os trabalhos nem sempre utilizam premissas comuns e às vezes não esclarecem ao leitor as premissas empregadas; e (2) os cenários teóricos muitas vezes são utilizados *a posteriori* para explicar ou contextualizar os resultados da pesquisa, sendo poucos os trabalhos que partem de um problema ou de uma lacuna utilizando um cenário *a priori*. Esse contexto dificulta tanto o acompanhamento dos avanços no conhecimento sobre as interações entre pessoas e ambiente quanto a identificação de lacunas que possam guiar pesquisas futuras.

Existe, então, uma necessidade de construção das bases teóricas em etnobiologia (ver Albuquerque & Hanazaki 2009). Acreditamos que um programa de etnobiologia evolutiva possa guiar essa construção por integrar os cenários teóricos anteriormente citados em um conjunto de premissas e conceitos comuns (casualidade recíproca, herança inclusiva,

entre outros). Tal programa, tendo em vista a interdisciplinaridade da etnobiologia evolutiva, beneficiaria em termos teóricos não apenas a etnobiologia, mas também outros campos científicos interessados no entendimento das relações entre pessoas e natureza. Na Tabela 3, apontamos algumas questões centrais para um programa de investigação em etnobiologia evolutiva, o que pode ser uma primeira tentativa de estruturação de um programa sistemático de investigação.

Tabela 3. Algumas questões centrais em um programa de etnobiologia evolutiva e suas contribuições teóricas ou aplicadas.

Questões	Contribuições
<i>Cognição e comportamento humano em relação ao ambiente</i>	
1. Há diferenças na percepção da biota entre culturas com distintos padrões de interação com a natureza (como caçadores e coletores x sociedade industrializada)?	Responder essa questão permite entender a contribuição relativa de fatores biológico-evolutivos, socioculturais e ambientais na percepção de diferentes culturas sobre a biota. Nesse sentido, as semelhanças observadas entre as culturas podem ser interpretadas como um comportamento inato do ser humano ligado à percepção sobre a biota. Já as diferenças observadas podem ser compreendidas por meio de fatores socioculturais ou ambientais capazes de interferir na percepção humana.
2. Como armazenamos e recuperamos de nossa memória informações sobre a biota e como isso afeta o nosso comportamento?	A resposta a tal questão contribui no entendimento da estrutura e dos mecanismos cognitivos humanos que estão na base da construção de sistemas de conhecimento acerca da biota (CET, por exemplo). Além disso, permite compreender de que forma essa estrutura cognitiva e seus mecanismos podem explicar o comportamento moderno.
3. Como as nossas decisões e estratégias em relação à biota são afetadas pelo ambiente e/ou pela forma como a nossa mente está estruturada?	Esse questionamento permite entender a contribuição relativa de fatores ambientais e cognitivos no comportamento humano quanto ao ambiente.

Questões	Contribuições
<i>Adaptação e resiliência de sistemas socioecológicos</i>	
4. Como sistemas socioecológicos mantêm a sua estabilidade? Quais são os diferentes fatores que colaboram para manter a resiliência, a estrutura e funcionalidade nesses sistemas e de que forma isso ocorre?	Essas perguntas contribuem para o entendimento de como os sistemas socioecológicos lidam com perturbações ao longo do tempo. Responder a essas questões é particularmente importante para os dias atuais, uma vez que podemos avaliar de que modo grupos humanos de distintas culturas estão lidando com as mudanças climáticas globais e qual é o papel dos sistemas socioecológicos nesse processo.
<i>Ecologia e evolução das atividades humanas sobre o ambiente</i>	
5. Como a forma com que nos relacionamos com a biota afeta a ecologia e evolução de outras espécies e como isso, em resposta, afeta a nossa própria ecologia e evolução?	Tal indagação é contemplada pela teoria da construção de nicho. Responder a essa questão pode contribuir para a compreensão de como os processos culturais, biológicos e ambientais interagem nesse cenário.
<i>Evolução cultural a partir de traços bioculturais</i>	
6. Como, quando e com quem aprendemos informações culturais sobre a biota?	Essas perguntas possibilitam elucidar os mecanismos de aprendizado, transmissão de informações e produção individual ligados com traços bioculturais e os fatores que interferem nesses mecanismos. Um aspecto relevante que pode ser elucidado é averiguar se traços bioculturais sofrem vieses adicionais na sua transmissão e aprendizagem em relação a outros traços de uma cultura.

Referências

- Albuquerque UP, Ferreira Júnior WS, Santoro FR, Torres-Avilez WM, Sousa Júnior JR. 2015a. Niche construction theory and ethnobiology. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. p. 73-87.

- Albuquerque UP, Ferreira Júnior WS. 2017. What Do We Study in Evolutionary Ethnobiology? Defining the Theoretical Basis for a Research Program. *Evolutionary Biology* 44: 2-17-215.
- Albuquerque UP, Hanazaki N. 2009. Five problems in current ethnobotanical research - and some suggestions for strengthening them. *Human Ecology* 37: 653-661.
- Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. 2015b. Evolutionary ethnobiology. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. p. 1-5.
- Albuquerque UP, Medeiros PM. 2013. What is evolutionary ethnobiology? *Ethnobiology and Conservation* 2: 1-4.
- Albuquerque UP, Soldati GT, Ramos MA, *et al.* 2015c. The influence of the environment on natural resource use: evidence of apparency. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. p. 131-147.
- Albuquerque UP. 2010. Implications of ethnobotanical studies on bioprospecting strategies of new drugs in semi-arid regions. *The Open Complementary Medicine Journal* 2: 21-23.
- Ankli A, Sticher O, Heinrich M. 1999. Yucatec Maya medicinal plants versus nonmedicinal plants: indigenous characterization and selection. *Human Ecology* 27:557-580.
- Balée W. 2006. The research program of historical ecology. *Annual Review of Anthropology* 35: 75-98.
- Becken S, Lama AK, Espiner S. 2013. The cultural context of climate change impacts: perceptions among community members in the Annapurna Conservation Area, Nepal. *Environmental Development* 8: 22-37.
- Begossi A. 1992. The use of optimal foraging theory in the understanding of fishing strategies: a case from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro State, Brazil). *Human Ecology* 20: 463-475.
- Berkes F, Colding J, Folke C. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10: 1251-1262.
- Berkes F, Folke C. 1998. *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. New York, Cambridge University Press.
- Bolhuis JJ, Brown GR, Richardson RC, Laland KN. 2011. Darwin in mind: new opportunities for evolutionary psychology. *PLoS Biology* 9: e1001109-8. doi: 10.1371/journal.pbio.1001109.
- Brett JA, Heinrich M. 1998. Culture, perception and the environment: the role of chemosensory perception. *Angew Bot* 72: 67-69.
- Casas A, Parra F, Blancas J. 2015. Evolution of humans and by humans. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*, New York, Springer. p. 21-36.

- Cavalli-Sforza LL, Feldman M. 1981. Cultural transmission and evolution: a quantitative approach. New Jersey, Princeton University Press.
- Estomba D, Ladio A, Lozada M. 2006. Medicinal wild plant knowledge and gathering patterns in a Mapuche community from North-western Patagonia. *Journal of Ethnopharmacology* 103: 109-119.
- Feeny PP. 1976. Plant apparency and chemical defense. In: Wallace JW, Mansell RF. (eds.) *Recent advances phytochemistry*. New York, Plenum Press. p. 1-40.
- Fehr E, Fischbacher U. 2004. Social norms and human cooperation. *Trends Cognitive Sciences* 8: 185-190.
- Ferreira Júnior WS, Albuquerque UP. 2015. "Consensus within diversity": an evolutionary perspective on local medical systems. *Biological Theory* 10: 363-368. doi: 10.1007/s13752-015-0215-1.
- Ferreira Júnior WS, Campos LZO, Pieroni A, Albuquerque UP. 2015a. Biological and cultural bases of the use of medicinal and food plants. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. p. 175-184.
- Ferreira Júnior WS, Nascimento ALB, Ramos MA, *et al.* 2015b. Resilience and adaptation in social-ecological systems. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. 105-119.
- Gangestad SW, Tybur JM. 2016. Editorial overview: evolutionary psychology. *Current Opinion in Psychology* 7: 1-4.
- Gorman RO, Wilson DS, Miller RR. 2008. An evolved cognitive bias for social norms. *Evolution and Human Behavior* 29: 71-78.
- Hames R. 2001. Human behavioral ecology. In: Smelser NJ, Baltes PB. (eds.) *International Encyclopedia of Social & Behavioral Sciences*. Oxford, Pergamon Press.
- Hanazaki N, Tamashiro JY, Leitão-Filho HF, Begossi A. 2000. Diversity of plant uses in two Caçara communities from the Atlantic Forest coast, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 9: 597-615.
- Hurrell JA, Albuquerque UP. 2012. Is ethnobotany an ecological science? *Ethnobiology and Conservation* 1: 1-16. doi: 10.15451/ec2012-8-1.4-1-16.
- Hurrell JA. 1987. Las posibilidades de la etnobotánica y un nuevo enfoque a partir de la ecología y su propuesta cibernética. *Revista Española de Antropología Americana* 17: 235-257.
- Johns T. 1990. *With bitter herbs they shall eat it: chemical ecology and the origins of human diet and medicine*. Tucson, University of Arizona Press.
- Junqueira AB, Shepard GH, Clement CR. 2011. Secondary forests on anthropogenic soils of the middle Madeira river: valuation, local knowledge, and landscape domestication in Brazilian Amazonia. *Economic Botany* 65: 85-99.

- Klein SB. 2016. Autozoetic consciousness: reconsidering the role of episodic memory in future-oriented self-projection. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 69: 381-401. doi: 10.1080/17470218.2015.1007150.
- Kormondy EJ, Brown DE. 1998. *Fundamentals of human ecology*. New Jersey, Prentice Hall.
- Laland K, Brown GR. 2011. *Sense & Nonsense: evolutionary perspectives on human behavior*. 2nd edn. New York, Oxford University Press.
- Laland KN, Odling-Smee J, Myles S. 2010. How culture shaped the human genome: bringing genetics and the human sciences together. *Nature Publishing Group* 11: 137-148. doi: 10.1038/nrg2734.
- Laland KN, Sterelny K, Odling-Smee J, Hoppitt W, Uller T. 2011. Cause and effect in biology revisited: is Mayr's proximate-ultimate dichotomy still useful? *Science* 334: 1512-1516. doi: 10.1126/science.1210879.
- Laland KN, Uller T, Feldman MW, *et al.* 2015. The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science* 282. doi: 10.1098/rspb.2015.1019.
- Laland KN. 2015. On evolutionary causes and evolutionary processes. *Behavioural Processes* 117: 97-104. doi: 10.1016/j.beproc.2014.05.008.
- Lawrence A, Phillips OL, Reategui A, Lopez M, Rose S, Wood D. 2005. Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation* 14: 45-79.
- Lopes PFM, Clauzet M, Hanazaki N, Ramires M, Silvano RAM, Begossi A. 2011. Foraging behavior of Brazilian riverine and coastal fishers: how much is explained by the optimal foraging theory? *Conservation and Society* 9: 236-246.
- Lucena RFP, Araújo EL, Albuquerque UP. 2007. Does the local availability of woody caatinga plants (Northeastern Brazil) explain their use value? *Economic Botany*: 61 347-361.
- MacArthur RH, Pianka ER. 1966. On optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist* 100: 603-609.
- Maldonado B, Caballero J, Delgado-Salinas A, Lira R. 2013. Relationship between use value and ecological importance of floristic resources of seasonally dry tropical forest in the Balsas River Basin, México. *Economic Botany* 67: 17-29.
- Medeiros PM, Ladio AH, Albuquerque UP. 2015a. Local criteria for medicinal plant selection. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. p. 149-162.
- Medeiros PM, Ramos MA, Soldati GT, Albuquerque UP. 2015b. Ecological-evolutionary approaches to the human-environment relationship: history and concepts. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. p. 7-20.

- Mesoudi A. 2015. Cultural evolution: a review of theory, findings and controversies. *Evolutionary Biology* 43: 481-497. doi: 10.1007/s11692-015-9320-0.
- Nairne JS, Pandeirada JNS, Thompson SR. 2008. Adaptive memory the comparative value of survival processing. *Psychological Science* 19: 176-180.
- Nairne JS, Pandeirada JNS. 2008. Adaptive memory: is survival processing special? *Journal of Memory and Language* 59: 377-385. doi: 10.1016/j.jml.2008.06.001.
- Nairne JS, Thompson SR, Pandeirada JNS. 2007. Adaptive memory: survival processing enhances retention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 33: 263-273. doi: 10.1037/0278-7393.33.2.263.
- Nascimento ALB, Ferreira Júnior WS, Ramos MA, *et al.* (2015). Utilitarian redundancy: conceptualization and potential applications in ethnobiological research. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary Ethnobiology*. New York, Springer, p. 121-130.
- O'Brien MJ, Laland KN. 2012. Genes, culture, and agriculture: an example of human niche construction. *Current Anthropology* 53: 434-470.
- Parra F, Blancas JJ, Casas A. 2012. Landscape management and domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley: human guided selection and gene flow. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8. doi: 10.1186/1746-4269-8-32.
- Phillips O, Gentry AH. 1993a. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis tests with a new technique. *Economic Botany* 47: 15-32.
- Phillips O, Gentry AH. 1993b. The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany* 47: 33-43.
- Pieroni A, Nebel S, Quave C, Münz H, Heinrich M. 2002. Ethnopharmacology of liakra: traditional weedy vegetables of the Arbëreshë of the Vulture area in southern Italy. *Journal of Ethnopharmacology* 81: 165-185. Pyke GH. 1984. Optimal foraging theory: a critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 523-575.
- Reyes-García V, Broesch J, Calvet-Mir L, *et al.* 2009. Cultural transmission of ethnobotanical knowledge and skills: an empirical analysis from an Amerindia society. *Evolution and Human Behavior* 30: 274-285.
- Reyes-García V, Pyhälä A, Díaz-Reviriego I, *et al.* 2016. Schooling, Local Knowledge and Working Memory: A Study among Three Contemporary Hunter-Gatherer Societies. *PLoS ONE* 11. doi: 10.1371/journal.pone.0145265.
- Ridley M. 2006. *Evolução*. 3. ed. Porto Alegre, Artmed.
- Salick J. 1995. Toward an integration of evolutionary ecology and economic botany: personal perspectives on plant/people interactions. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 82: 25-33.
- Salpeteur M, Patel H, Balbo AL, *et al.* 2015. When knowledge follows blood. Kin groups and the distribution of traditional ecological knowledge in a community of seminomadic pastoralists, Gujarat (India). *Current Anthropology* 56: 471-483.

- Saslis-Lagoudakis CH, Clarke AC. 2013. Ethnobiology: the missing link in ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 28: 67-68.
- Saslis-Lagoudakis CH, Ronsted N, Clarke AC, Hawkins JA. 2015. Evolutionary approaches to ethnobiology. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.), *Evolutionary Ethnobiology*. New York, Springer. p. 59-72.
- Silva RRV, Gomes LJ, Albuquerque UP. 2015. Plant extractivism in light of game theory: a case study in northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 11. doi: 10.1186/1746-4269-11-6.
- Silva TC, Medeiros PM, Araújo TA, Albuquerque UP. 2010. Northeastern Brazilian students' representations of Atlantic Forest fragments. *Environmental Development Sustainability* 12: 195-211.
- Soldati GT, Albuquerque UP. 2012. A new application for the optimal foraging theory: the extraction of medicinal plants. *Evidence-Based Complementary Alternative Medicine* 2012. doi: 10.1155/2012/364564.
- Soldati GT, Hanazaki N, Crivos M, Albuquerque UP. 2015. Does Environmental Instability Favor the Production and Horizontal Transmission of Knowledge regarding Medicinal Plants? A Study in Southeast Brazil. *PLoS ONE*, 10: e0126389. doi: 10.1371/journal.pone.0126389.
- Sousa DCP, Soldati GT, Monteiro JM, Araújo TAS, Albuquerque UP. 2016. Information retrieval during freelisting is biased by memory: evidence from medicinal plants. *PLoS ONE* 11: e0165838. doi: 10.1371/journal.pone.0165838.
- Stepp JR, Moerman DE. 2001. The importance of weeds in ethnopharmacology. *Journal of Ethnopharmacology* 75: 19-23.
- Thomas E, Vandebroek I, Van Damme P. 2009. Valuation of forests and plant species in indigenous territory and National Park Isiboro-Sécure, Bolivia. *Economic Botany* 63: 229-241.
- Tooby J, Cosmides L. 1990. The past explains the present. Emotional adaptations and the structure of ancestral environments. *Ethology and Sociobiology* 11: 375-424.
- Vedwan N, Rhoades RE. 2001. Climate change in the western Himalayas of India: a study of local perception and response. *Climate Research* 19: 109-117.
- Wolverton S. 2013. Ethnobiology 5: interdisciplinarity in an era of rapid environmental change. *Ethnobiology Letters* 4: 21-25.

CAPÍTULO 2

Teoria da construção de nicho⁵

Ulysses Paulino de Albuquerque, Washington Soares Ferreira Júnior,
Flávia Rosa Santoro, Wendy Marisol Torres-Aviles e
José Ribamar de Sousa Júnior

5 Versão modificada e traduzida de Albuquerque et al. (2015). Publicado com a permissão da editora.



ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:

<https://youtu.be/mEpJNUkBhlo>



<https://youtu.be/ani6m5VD9T4>



A etnobiologia evolutiva propõe o estudo das relações dinâmicas da espécie humana com a biota, baseando-se em premissas evolucionistas para construir modelos e hipóteses que possibilitam entender essas relações. Premissas evolucionistas são usadas por várias disciplinas, não só pela biologia, para compreender uma ampla gama de fenômenos naturais e sociais. No âmbito dos fenômenos culturais, que também interessam aos etnobiólogos, diferentes pesquisadores propuseram cenários para o estudo da evolução cultural a partir de uma lógica darwiniana (ver, por exemplo, Cavalli-Sforza & Feldman 1981; Richerson & Boyd 1985).

Os seres humanos apropriam-se da natureza materialmente e simbolicamente de uma forma que não permite comparação com qualquer outro ser vivo. Além de ser a espécie dominante, os seres humanos têm transformado o planeta em uma escala cada vez mais crescente. Sem dúvida alguma, são um dos maiores agentes causadores de alterações ecológicas, compreendendo-se, ainda, muito pouco os efeitos dessas alterações. A domesticação de plantas e animais, por exemplo, transformou dramaticamente o planeta terra, afetando não apenas as espécies domesticadas, mas também a população humana e a sua evolução (Larson & Fuller 2014).

Para citar apenas uma perspectiva como exemplo, ressalta-se o argumento de Garrido-Pérez & Glasnovic (2014) de que os seres humanos são um *driver* da diversidade vegetal, uma vez que suas ações podem alterar os padrões e a dinâmica dessa diversidade. Ao coletarem sementes, os seres humanos comportam-se como predadores de sementes; ao extraírem folhas, atuam de modo semelhante a qualquer outro herbívoro; e, ao caçarem animais, promovem alterações de cima para baixo na estrutura trófica (ver Garrido-Pérez & Glasnovic 2014). Todavia, não só a ecologia modela essas relações, mas também a cultura e a genética.

Dessa forma, ao alterar o ambiente, a espécie humana atua como um poderoso construtor de nicho. A construção de nicho é um processo pelo qual os seres vivos, incluindo os seres humanos, modificam os seus próprios nichos ou os de outros organismos por meio de suas atividades e decisões. Alterando seus nichos, os organismos também podem alterar as pressões seletivas naturais. Essa ideia de construção de nicho está ancorada nas evidências sobre as consequências da atividade de um organismo sobre seu ambiente (ver revisão em Odling-Smee *et al.* 2003).

Em etnobiologia, o pesquisador, mesmo sem o querer explicitamente, assume essa premissa. Quando um etnobiólogo estuda o efeito do extrativismo de casca do caule sobre a estrutura populacional de uma espécie vegetal, por exemplo, assume que a ação de coletar pode estar alterando uma população vegetal em um ou vários aspectos. Do mesmo modo, isso parece muito mais claro quando os etnobiólogos pesquisam o manejo de espécies e os processos de domesticação de plantas e animais. Contudo, a construção de nicho, amparada agora pela teoria da construção de nicho (TCN), confere outra dimensão à interpretação padrão do conceito: a construção de nicho é um processo que pode ter implicações evolutivas. Nos exemplos anteriores, fica evidente como os humanos podem impactar ecologicamente e evolutivamente outros seres vivos, colaborando para a criação de ambientes seletivos, mas a dedução de que essas mesmas práticas podem gerar pressões seletivas para nossa espécie não é usualmente feita.

Nesse contexto, a TCN tem sido vista como uma proposta interessante para refletir sobre as consequências das mudanças que os organismos provocam nos ambientes e sobre a forma como essas modificações podem ter implicações evolutivas. As diferentes implicações e ramificações da construção de nicho ainda são subestimadas e pobremente investigadas, seja do ponto de vista teórico, seja do ponto de vista experimental (ver Scott-Phillips *et al.* 2014), talvez devido ao fato de tal acontecimento não ser reconhecido pelo *standard* evolucionista como um processo fundamental na evolução nem como detentor do mesmo poder explicativo que tem a seleção natural (para uma discussão acerca dos diferentes pontos de vista sobre o papel da construção de nicho, ver Laland & Sterelny, 2006; Scott-Phillips *et al.* 2014).

Neste capítulo, pretendemos explicar como a TCN pode oferecer cenários para testar hipóteses evolutivas e ecológicas sobre as relações entre as pessoas e a natureza (foco de interesse da etnobiologia evolutiva), oferecendo alguns exemplos e apontando oportunidades para pesquisas futuras. Também vamos argumentar, brevemente, por que acreditamos que a TCN oferece *insights* que podem ser úteis para abordagens em etnobiologia evolutiva. E, a fim de ilustrar como a essa teoria pode se constituir em um conceito integrador em etnobiologia, vamos nos basear nos exemplos clássicos disponíveis na literatura sobre TCN e coevolução de gene-cultura.

O que é a TCN?

A ideia dos seres vivos como construtores de nicho não é recente e, ao longo da história, foi tratada de diferentes formas. Não há dúvidas de que existem organismos em que essa habilidade é tão pronunciada que cabe a eles a denominação engenheiros de ecossistemas. Há numerosos estudos empíricos que ressaltam a capacidade desses engenheiros de criar ou modificar características dos ecossistemas, podendo gerar impactos positivos sobre a biodiversidade (ver meta-análise em Romero *et al.* 2014). Um exemplo clássico, que podemos encontrar em muitos trabalhos sobre TCN, é a habilidade dos castores para construir uma represa. O ato de construir uma represa não só cria um lago e afeta o fluxo de um rio, como também altera dramaticamente toda a dinâmica local. Além disso, interfere na propagação de genes de construção de barragens, o que pode influenciar a evolução dos castores (Wright *et al.* 2002). Uma vez que uma barragem é construída, as futuras gerações de castores ainda poderão se beneficiar dessa barragem como um legado de gerações anteriores. Esse exemplo demonstra, assim, um conceito importante da TCN: a herança ecológica. Portanto, a construção de nicho ocorre se pelo menos dois destes critérios estiverem presentes: 1. “um organismo (isto é, um candidato a construtor de nicho) deve modificar significativamente as condições ambientais; 2. as modificações ambientais mediadas pelo organismo devem influenciar as pressões de seleção sobre um receptor de construção de nicho” (Matthews *et al.* 2014: 247); 3. tais modificações devem ocasionar “uma resposta evolutiva detectável em um recipiente de construção de nicho, que é causado pela modificação ambiental do construtor de nicho” (Matthews *et al.* 2014: 247). Isso significa que a construção de nicho pode ocorrer sem influenciar a evolução de um organismo, mas, se ocorrer, implicará o terceiro critério apontado por Matthews *et al.* (2014). Observe que o construtor de nicho e o recipiente de construção de nicho podem ser o mesmo organismo (veja o exemplo anterior de uma represa construída por castores). Dessa forma, a construção de nicho difere da engenharia de ecossistemas porque esta última satisfaz apenas o primeiro critério mencionado pelo autor.

Portanto, em um sentido amplo, “a construção de nichos ocorre quando um organismo modifica a relação fator característica entre si e seu ambiente, mudando ativamente um ou mais dos fatores em seu ambiente, seja por perturbar fisicamente os fatores em sua localização atual no espaço e no tempo, ou mudando-se para outro endereço no espaço-tempo, expondo-se, assim, a diferentes fatores” (Odling-Smee *et al.* 2003: 41). Dessa maneira, as mudanças no tempo e no espaço, assim como as respostas dos organismos a essas mudanças, estão incluídas no conceito de construção de nicho. Ressalta-se, portanto, que as modificações que os organismos realizam que afetam a si próprios e a outras espécies nem sempre são adaptativas ou apresentam consequências evolutivas.

Além disso, os efeitos da construção de nicho podem ser positivos ou negativos. São positivos quando aumentam o *fitness* dos organismos construtores de nichos; são negativos quando reduzem o *fitness* (Odling-Smee *et al.* 2003). Contudo, nem sempre a construção de nicho aumenta o *fitness* de um organismo, pois muitas vezes o efeito é caracterizado mais pelo incremento de taxas intrínsecas de crescimento e sobrevivência do que propriamente pelo sucesso reprodutivo (Odling-Smee *et al.* 2003).

Aplicando tais ideias para a espécie humana, não apenas as mudanças no tempo e espaço e a herança ecológica figuram como legado importante, mas também o conhecimento cultural surge como uma herança que é transmitida para gerações futuras e que, de certa forma, reforça determinada construção de nicho mediada pela cultura. Nessa perspectiva, a construção de nicho cultural pode operar gerando modificações tanto genéticas quanto ecológicas e culturais. A agregação de pessoas em grandes comunidades, por exemplo, pode levar ao surgimento e à rápida disseminação de muitas doenças. Nesse cenário, a espécie humana pode responder a essa nova pressão seletiva, construindo hospitais, desenvolvendo vacinas ou selecionando genótipos resistentes (Odling-Smee *et al.* 2003). Assim, quando construímos um hospital, estamos respondendo ao efeito de uma construção de nicho anterior, o que reduziria a pressão seletiva sobre a genética humana, que é o que se chama de construção de nicho cultural positiva. A construção de nicho cultural usualmente responde de forma mais rápida às alterações no ambiente por meio de uma resposta cultural adaptativa. Em outros casos, quando não ocorre

uma resposta da cultura, pode haver uma importante resposta genética com implicações evolutivas, uma vez que foram modificadas as pressões seletivas naturais.

Diante disso, Odling-Smee *et al.* (2003) apresentaram dois tipos básicos de construção de nicho: opositivo e inceptivo. O opositivo envolve todas as atividades do organismo construtor que visam reduzir pressões seletivas existentes ou se opõem às mudanças nas condições ambientais. Já o inceptivo diz respeito às atividades do organismo construtor que visam iniciar determinada mudança, como, por exemplo, a construção de represas por castores. Além dessas, duas outras classes de construção de nicho exigem consideração: perturbação e relocação. A primeira ocorre quando um organismo construtor modifica o ambiente, seja pela construção ou destruição. A segunda, por sua vez, ocorre quando o organismo se move para um novo local (Tabela 1).

Tabela 1. Exemplos das quatro categorias de construção de nicho. Reproduzido de Odling-Smee *et al.* (2003).

	Perturbação	Relocação
Inceptiva	Os organismos iniciam uma mudança em seu ambiente seletivo, modificando fisicamente seus ambientes. Exemplo: emissão de detritos.	Os organismos expõem-se a um novo ambiente seletivo, movendo-se ou crescendo em um novo lugar. Exemplo: invasão de um novo hábitat.
Opositiva	Os organismos neutralizam uma mudança prévia no ambiente, modificando fisicamente seu ambiente. Exemplo: termorregulação de ninhos.	Os organismos respondem a uma mudança no ambiente por se mover ou crescer em um lugar mais adequado. Exemplo: migração sazonal.

Assim, seriam as recentes construções de nichos humanos tipicamente adaptáveis, conforme questionam Laland & Brown (2011)? Esses autores argumentam que o crescimento populacional desde o Holoceno até o presente é uma forte evidência de que muitas das características humanas permanecem adaptativas. Se isso for visto de uma perspectiva etnobiológica, a forma como os seres humanos se apropriam intelectualmente

e materialmente da natureza poderia ser considerada adaptativa. O conhecimento ecológico tradicional (CET), por exemplo, é entendido por alguns pesquisadores como um conhecimento adaptativo (Berkes *et al.* 2000). Entretanto, apesar da afirmação de “que o comportamento humano adaptativo será a norma, e a má-adaptação, a exceção”, há evidências de que muitos fenômenos culturais se revelam como traços culturais mal-adaptativos (Laland & Brown 2011: 126).

Sem dúvida alguma, a partir da transmissão do CET, muitas culturas transferiram informações (herança cultural) para gerações seguintes que resultaram na modificação de seus ecossistemas locais (Smith 2011a). Curiosamente, apesar de os etnobiólogos, ao longo de muitos anos, terem se dedicado a descrever como diferentes culturas têm modificado o seu ambiente, a expressão construção de nicho ou engenheiros de ecossistema – usada aqui como sinônimo de construção de nicho – não tem sido empregada seja do ponto de vista conceitual (como forma de descrever os fenômenos), seja do ponto de vista teórico (como marco para o entendimento desses fenômenos). Há, assim, vários termos empregados pelos etnobiólogos que em essência descrevem a construção de nicho humana: paisagem domesticada, paisagem antropogênica, manejo florestal, ambientes modificados por humanos, manejo indígena, manejo de recursos tradicionais, entre outros (para uma consulta de outras expressões empregadas na literatura, ver Smith 2011a; b). No entender de Smith (2009), todos esses termos poderiam confortavelmente ser incluídos sob a “leitura geral da construção de nichos”.

Desse modo, a adoção do conceito de construção de nicho poderia oferecer aos etnobiólogos uma perspectiva unificadora para tratar da relação entre pessoas e natureza. Como muitos etnobiólogos se interessam pelo manejo e pela conservação da biodiversidade, Laland & Boogert (2010: 732) argumentam que “as propriedades e a dinâmica dos ecossistemas nunca serão satisfatoriamente compreendidas até que seja reconhecido que os organismos fazem consideravelmente mais do que competir uns com os outros, comer e ser comidos (isto é, envolvem-se em interações tróficas) [...]. Uma vez que humanos são construtores de nicho extremamente potentes, entender como a construção de nichos

regula a dinâmica do ecossistema e afeta as pressões de seleção em outras espécies é fundamental para compreender nosso impacto no meio ambiente”.

Conceitos-chave da TCN

A adaptação, conforme entendida na biologia evolutiva, é vista como um processo pelo qual a seleção natural conforma um organismo a determinado ambiente (Scott-Phillips *et al.* 2014). Já na TCN o foco reside na evolução de um organismo não como algo isolado, mas como um processo coevolutivo entre organismos e ambiente. Nesse sentido, a TCN enxerga a adaptação como uma interação complexa, dinâmica e recíproca entre os processos de seleção natural e de construção de nicho, por meio dos quais os organismos construtores modificam o ambiente (Tabela 2) (Odling-Smee *et al.* 2003). Portanto, por meio desses processos de herança ecológica, os organismos herdam não apenas genes, mas também ambientes. Diferentemente do processo de herança genética, a herança ecológica é transmitida pelos organismos por intermédio da modificação de seus ambientes, não sendo, necessariamente, transmitida por organismos relacionados geneticamente, mas por múltiplos organismos para outros organismos, dentro e entre várias gerações, de forma contínua (ver Odling-Smee & Laland 2011). Assim, no caso dos seres humanos, as alterações que nossa espécie realiza no ambiente são herdadas não apenas por parentes dos construtores de nicho, mas também por toda uma população não aparentada. Todavia, a esse processo de herança ecológica, em se tratando da espécie humana, devemos adicionar a herança cultural.

Tabela 2. Comparação entre a teoria evolucionária padrão e a teoria da construção de nicho. Traduzido de Odling-Smee *et al.* (2013) com a permissão da editora (número: 108546 – University of Chicago Press).

Teoria evolutiva padrão	Teoria de construção de nicho
<p>Foco: evolução organísmica em resposta a ambientes.</p>	<p>Foco: coevolução de organismos e ambientes.</p>
<p>Causa: principalmente unidirecional, com ambientes seletivos autônomos formando organismos. A causalidade recíproca é reconhecida em alguns “casos especiais” em que a fonte de seleção é biótica, como no caso de seleção sexual e predador-presa (coevolução), por exemplo.</p>	<p>Causa: principalmente recíproca, com ambientes seletivos moldando organismos e organismos moldando ambientes seletivos que são relativos tanto a si mesmos quanto a outros organismos.</p>
<p>Construção de nicho: organismos reconhecidos para mudar estados ambientais e tratados como o produto de seleção natural e raramente como um processo evolutivo em seu próprio direito. O foco está restrito a adaptações expressas fora dos corpos dos organismos (por exemplo, fenótipos prolongados).</p>	<p>Construção de nicho: tratada como um processo evolutivo por direito próprio. O foco não reside exclusivamente em adaptações, pois inclui alterações nos ambientes causadas pelos subprodutos de organismos (por exemplo, detritos), pelos caracteres adquiridos (por exemplo, aprendidos), pelo metabolismo coletivo ou pelos comportamentos de múltiplos indivíduos/espécies.</p>
<p>Herança: principalmente genéticas, embora sejam aceitas heranças maternas, epigenéticas, citoplasmáticas e culturais, primariamente reconhecidas como “casos especiais”.</p>	<p>Herança: herança genética e ecológica (isto é, legados de pressões de seleção previamente modificadas por construção de nicho). As heranças genéticas e ecológicas interagem para formar a “herança de nicho”, constituindo exemplos desta as heranças maternas, epigenéticas, citoplasmáticas e culturais.</p>
<p>Complementaridade organismo-ambiente (adaptação): tal complementaridade é vista como o produto da seleção natural.</p>	<p>Complementaridade organismo-ambiente (adaptação): a correspondência entre organismo e ambiente resulta de interações dinâmicas entre construção de nichos e seleção natural.</p>

Sob essa perspectiva, a espécie humana herda não apenas ambientes, mas também informações sobre como alterar (manejar ou criar) esses ambientes e sobre como viver nesses ambientes. Ressalta-se, dessa

forma, que a herança cultural difere em vários aspectos da herança genética, uma vez que é continuamente transmitida de muitas pessoas para muitas outras pessoas, envolvendo estratégias diferentes de transmissão de informações e de aprendizagem social (ver Odling-Smee & Laland 2011). Assim, podemos entender a construção de nicho cultural como um “subconjunto de construção de nicho, que é a expressão do conhecimento culturalmente aprendido e transmitido (ao contrário da informação individualmente aprendida ou genética)” (Odling-Smee & Laland 2011: 226). De acordo com Laland *et al.* (2014: 77), “grande parte da construção de nicho humana é guiada pelo conhecimento socialmente aprendido e pela herança cultural, mas a transmissão e aquisição desse conhecimento é em si dependente de informações preexistentes adquiridas por meio da evolução genética, de processos ontogenéticos complexos ou de aprendizagem social prévia”.

Nesse sentido, Laland & O’Brien (2011: 193-194) enumeram alguns fenômenos que podem ser pensados por meio da TCN, nos quais é possível vislumbrar temas de interesse etnobiológico:

- “Existe um *feedback* seletivo da construção de nicho para outros genes presentes no construtor que diferem dos genes expressos na construção de nichos.
- Os efeitos construídos em nichos podem persistir e agir como fontes modificadas de seleção por mais tempo do que a vida de seus construtores (herança ecológica).
- Os subprodutos podem desempenhar um papel evolutivo pela modificação das pressões de seleção mediante a construção de nichos.
- As características adquiridas podem desempenhar um papel evolutivo pela modificação das pressões de seleção por intermédio da construção de nichos.
- A causalidade evolutiva nem sempre começa no ambiente.
- A construção de nicho pode conduzir a eventos coevolutivos (difusos e direcionados).
- A construção de nichos pode modificar ambientes de desenvolvimento.

- A adaptação (complementaridade adaptativa) resulta de dois processos (seleção e construção), e não de um”.

Assim, estamos convencidos de que a TCN pode ser um conceito integrador e unificador em etnobiologia, já que pode acomodar cientistas que se sentem confortáveis ou não com conceitos derivados da biologia evolutiva. Ao encontro disso, Laland & O'Brien (2011: 195) argumentam que “o reconhecimento do significado da construção de nicho para os processos culturais e de desenvolvimento não requer qualquer compromisso com a epistemologia evolucionista e que a perspectiva da construção de nichos é suficientemente ampla para abranger aqueles que consideram a aprendizagem e a mudança cultural como apenas fracamente análogas à evolução biológica”.

Exemplos interpretados a partir da TCN e suas implicações etnobiológicas

A domesticação de plantas e o caso da amilase

A domesticação de plantas é um tema que tem atraído muitos estudos etnobotânicos que buscam verificar a influência do manejo realizado por grupos sobre as populações vegetais, seja diretamente (Smith 2007; Parra *et al.* 2010; Lins Neto *et al.* 2013) ou indiretamente, quando se altera o ambiente. Todo um conjunto de evidências arqueológicas, genéticas e ecológicas leva à conclusão de que a espécie humana alterou profundamente a história evolutiva de muitas espécies vegetais e animais (Larson *et al.* 2014; Sullivan *et al.* 2017). Obviamente, ao focar a atenção sobre uma espécie em particular selecionando artificialmente fenótipos que são desejáveis ou realizando práticas que modificam o ambiente em que essas espécies vivem, pode-se colaborar não só para aumentar a frequência, mas também para propagar determinados alelos. Além disso, os descendentes dessas populações originais podem herdar todo um ambiente que foi gerado e/ou modificado por tais ações.

No entanto, poucos estudos enfocam os possíveis efeitos que a domesticação, entre outras práticas culturais, pode gerar sobre os próprios domesticadores. Basicamente, em todos cenários, o foco está voltado para o modo como o ser humano altera outras espécies, havendo escassas pesquisas sobre como essas decisões também afetaram os humanos. As ações humanas podem envolver diferentes alterações dependendo da planta e da parte da planta que é alvo da atenção do domesticador. Como exemplo, cita-se o fato de que muitas espécies foram selecionadas de modo a apresentarem aumento de seus tubérculos e da concentração de amidos (Smith 2007). Entretanto, o domesticador, ao promover tais alterações, gerou também consequências para si próprio.

O amido é um dos principais componentes dos alimentos cultivados no mundo inteiro, sendo possível que, devido à sua importância, a capacidade que alguns grupos humanos possuem de digerir tal polissacarídeo esteja associada com a história da agricultura (Perry *et al.* 2007). As populações humanas agricultoras possuem maior proporção de indivíduos com grande quantidade de cópias do gene responsável pela expressão da enzima amilase (*AMY1*) do que populações que são tipicamente caçadoras-coleto-
ras, pescadoras e pastoris, nas quais a dieta alimentar se baseia principalmente em proteínas, gorduras e sacarídeos simples. Ademais, foi encontrada uma forte correlação entre o número de cópias desse gene e a expressão da enzima amilase. Considerando que o maior número de cópias de *AMY1* e o concomitante aumento de amilase salivar melhoram a eficiência com que os alimentos amiláceos são digeridos, é possível afirmar que a prática cultural de cultivar alimentos ricos em amido aumentou a frequência de genes responsáveis pela sua assimilação.

Altos níveis de amilase permitem uma rápida absorção de açúcares na boca. Além disso, a atividade da amilase salivar perdura durante a digestão no estômago e no intestino (Fried *et al.* 1987), conferindo uma forma rápida de obtenção de energia, que pode ser crucial para a sobrevivência de indivíduos acometidos por doenças do trato digestivo, como inflamações e diarreias (Perry *et al.* 2007). Notoriamente, populações humanas com baixa capacidade de digerir os amidos, tiveram de lidar com vários problemas decorrentes disso, como doenças do trato digestório. Do ponto de vista etnobiológico, tais populações provavelmente

precisaram desenvolver uma farmacopeia tradicional para dar conta de tais problemas. Se essa hipótese estiver correta, esperamos encontrar diferenças tanto na incidência de determinadas enfermidades (associadas ao consumo de amido) quanto nas estratégias de cura entre populações com maior ou menor produção de amilase.

O caso da lactase

No âmbito dessa discussão, talvez o caso mais conhecido e discutido seja o da dispersão do alelo da persistência da lactase na população mundial. É um caso bem documentado, como poucos que temos disponíveis, com base em evidências tanto genéticas como etnográficas, de uma coevolução entre genes e cultura. A capacidade de digestão de leite em adultos depende da expressão de um gene responsável pela persistência da lactase, uma enzima que atua na digestão da lactose. Assim, a forte correlação do fenótipo de persistência da lactase com o histórico da prática cultural de domesticação de gado e consumo de leite sugere que a evolução cultural levou ao aumento da frequência do alelo da persistência da lactase em adultos. A distribuição do alelo de persistência da lactase concentra-se no norte da Europa e da África, regiões onde a prática de ordenha tem sido historicamente realizada por grupos humanos (Ingram *et al.* 2009). Ainda de acordo com esses autores, tal prática cultural atuou como uma força seletiva nos seres humanos, levando a um aumento da frequência de alelos de absorção de lactose nas pessoas dessas regiões. Todavia, o fato de existirem exceções para esse padrão guiado por uma “pressão cultural” leva à conjectura de que, em certas culturas, outros processos podem estar modulando o fenômeno (ver Ingram *et al.* 2009 para uma explicação mais detalhada).

Feldman & Cavalli-Sforza (1989) sugerem que a probabilidade de o alelo responsável pela absorção da lactose se espalhar em um grupo depende da probabilidade que os descendentes de uma população que consome leite copiem esse comportamento (herança cultural), passando também a serem consumidores desse alimento. Se houver consumo de leite em toda a geração, então haverá uma vantagem adaptativa sobre esse gene que confere tolerância à lactose, fazendo com que ele se fixe na população em poucas

gerações. Considerando a alta incidência da tolerância à lactose na população mundial, os autores atribuem a permanência desse gene à cultura de consumir leite por várias gerações. Na perspectiva da TCN, foi a adoção de tal prática que levou a esse evento em nossa história evolutiva, precedendo, portanto, qualquer modificação genética (ver Scott-Phillips *et al.* 2014). Ou seja, “a evolução não ocorre porque os genes que causam a cultura leiteira têm maior aptidão do que aqueles que não o fazem (genes assim não existem), mas porque a produção leiteira provoca uma mudança no ambiente seletivo para favorecer os alelos de absorção de lactose, mesmo em sociedades dominadas por intolerantes à lactose” (Scott-Phillips *et al.* 2014: 4).

Tais exemplos levantam questões importantes a serem abordadas em estudos de etnobiologia evolutiva que adotem a perspectiva da construção de nicho. Por exemplo: populações que atualmente têm baixa frequência do alelo responsável pela absorção da lactose podem apresentar um repertório de plantas medicinais utilizadas para o tratamento de distúrbios digestivos mais ou menos severos que são consequentes da ingestão do leite; já populações humanas resistentes à ingestão da lactose provavelmente não precisariam desenvolver um repertório medicinal diversificado para tais enfermidades. O que buscamos aqui é mostrar que as decisões dos seres humanos no passado (adotar a prática cultural envolvida na ingestão do leite) que afetaram a nossa resistência a produtos lácteos podem ter interferido também nos sistemas médicos que estudamos hoje. Essa é uma hipótese que futuros trabalhos etnobiológicos poderiam investigar.

O caso da malária

Outra evidência de que a cultura de um grupo humano pode modificar as variações genéticas desse grupo é o caso dos altos índices de malária em comunidades agricultoras da África ocidental (O'Brien & Laland 2012). Esse é mais um exemplo de coevolução, também robustamente documentado, que pode ter implicações para a etnobiologia evolutiva. Por milhares de anos, grupos humanos cultivaram plantas alimentícias nessa região, principalmente inhame (*Dioscorea* sp.) (Posnansky 1969). A abertura de clareiras para o cultivo dessa planta resultava no acúmulo de água no solo após as chuvas, formando regiões alagadas, uma vez que a

retirada de árvores reduzia a capacidade de percolação da água no solo. Esse ambiente favorecia, então, a reprodução do mosquito vetor do protozoário *Plasmodium falciparum*, patógeno da malária (Livingstone 1958), gerando altos índices da doença na região.

Nesse caso, a malária (impulsionada por uma prática cultural) atuou como uma pressão evolutiva que dirigiu o aumento da frequência do alelo da hemoglobina (HbS), levando a uma condição conhecida como anemia falciforme. Enquanto indivíduos homozigotos podem apresentar anemia grave, indivíduos heterozigotos possuem as hemácias em forma de foice, o que dificulta a permanência do protozoário da malária no sangue, pois essas células são destruídas constantemente pelo baço, sendo eliminadas juntamente com o parasita. Assim, os anos de cultivo de inhame intensificaram a seleção do alelo responsável pela deformação das hemácias. Uma evidência de que o cultivo de tal planta funcionou como pressão evolutiva é que comunidades adjacentes, mas com práticas agrícolas distintas, não possuem o mesmo aumento da frequência desse alelo (Durham 1991).

A prática de desmatar produzindo clareiras pode ter tido outras consequências. Podemos admitir, tomando ainda como referência os sistemas médicos tradicionais, que a adoção do desmatamento como prática agrícola e o consequente favorecimento da malária pode ter afetado a indicação de tratamentos, como plantas medicinais, para tratar essa doença ou seus sintomas. Um recente estudo avaliou vários grupos africanos (e seus sistemas médicos) com diferentes níveis de desmatamento e de anemia falciforme (Santoro et al. 2016). Os autores avaliaram se o histórico de desmatamento, a incidência de malária, e a frequência do gene que expressa a anemia falciforme afetam os sistemas médicos locais, no número de plantas medicinais indicadas para o tratamento de malária. De todos os fatores, apenas a incidência passada da malária nas regiões esteve ligada a um aumento na riqueza média de plantas medicinais em sistemas médicos (Santoro et al. 2016). Isso sugere que uma alta incidência da doença, ao menos no passado, tem levado a uma estruturação dos sistemas médicos para dirigir seu tratamento. No caso da construção de nicho, as ações humanas no passado que levem ao aumento na frequência de ocorrência de doenças podem afetar a estrutura atual de sistemas médicos locais.

Ora, se assumimos que determinada prática cultural, como o ato de medicar uma pessoa para determinada doença, pode ser fruto de decisões passadas que levaram a um processo coevolutivo, algumas das diferenças culturais encontradas em estudos etnobiológicos podem estar ocasionando uma cascata de eventos em que interagem genes, cultura e ambiente. Lamentavelmente, há poucos exemplos tão bem documentados como os da amilase, da lactase e da malária, citados anteriormente, e muito menos ainda da relação entre a história evolutiva e ecológica humana e a biota (foco de interesse da etnobiologia). Defendemos, assim, que as interações entre seres humanos e natureza podem ter uma natureza ainda mais complexa quando se considera, por exemplo, uma perspectiva evolutiva.

Regimes médicos e adaptação local

Nos exemplos mencionados anteriormente, o consumo de amido e leite, como parte de regimes alimentares oriundos de práticas e decisões culturais, resultou em um processo coevolutivo. Quando nossa espécie se alimenta de determinados alimentos vegetais, por exemplo, precisa digerir os compostos que tais plantas trazem consigo e que podem resultar indesejáveis. No caso do amido, isso levou a um aumento na frequência do alelo que possibilita uma melhor digestão desse polissacarídeo. Outras culturas podem, por sua vez, a partir de adaptações locais, ser capazes de reduzir essas características indesejáveis por meio de técnicas de preparo ou cozimento dos alimentos. Também é possível falar, ainda, de um “regime médico” que nada mais é que o resultado dos produtos naturais (plantas ou animais, por exemplo) que os humanos inseriram em seus sistemas culturais para tratar ou prevenir doenças.

A partir de pesquisas realizadas na farmacogenética, surgem exemplos de como práticas culturais podem explicar a presença de polimorfismos de determinados genes nos seres humanos, assim como a implicação dessas alterações para uma etnobiologia evolutiva na perspectiva da TCN. A farmacogenética estuda as variações genéticas que correspondem a diferenças na resposta terapêutica a drogas de interesse clínico

(Ingelman-Sundberg 2001). Nesse sentido, uma dosagem de determinada droga pode exercer efeito terapêutico em um grupo de indivíduos, não exercer efeito em outros e ser considerada tóxica em certos indivíduos. Assim, a farmacogenética busca investigar as bases genéticas que podem explicar essas diferenças interindividuais (Evans & Relling 2004; Ortega & Meyers 2014).

Para ilustrar essa área de estudo, observemos o caso dos polimorfismos do citocromo *P450 2D6*, também conhecido como *CYP2D6*, que representa um conjunto de enzimas responsáveis pela metabolização de substâncias exógenas, protegendo o organismo por evitar intoxicações (Seripa *et al.* 2010). Alguns indivíduos apresentam múltiplas cópias do gene *CYP2D6*, responsável pela codificação das enzimas do citocromo *P450*, o que leva a uma alta produção de enzimas *CYP2D6* e, por sua vez, a uma alta taxa de metabolização de substâncias exógenas, comprometendo as respostas terapêuticas a drogas de interesse clínico. De modo contrário, as pessoas que possuem poucas cópias desse gene apresentam uma baixa taxa de metabolização dessas substâncias, o que pode causar efeitos adversos ao receberem uma pequena dose de drogas de interesse clínico (Ingelman-Sundberg 2005). A distribuição de indivíduos com alto e baixo número de cópias ativas do gene *CYP2D6* varia em diferentes populações humanas: populações da Arábia Saudita e da Etiópia, em função do produto de mutações, possuem um baixo número de cópias inativas do gene *CYP2D6* (Ingelman-Sundberg 1997). Essa distribuição das cópias ativas do gene em diferentes populações humanas pode ser explicada com base em um cenário evolutivo.

As enzimas *CYP2D6* possuem uma alta afinidade com alcaloides de plantas. Então, é possível lançar a hipótese de que a seleção de indivíduos com altas cópias do gene *CYP2D6* em alguns grupos humanos esteja associada a uma pressão seletiva causada por um padrão de dieta no passado contendo uma grande quantidade de alcaloides de plantas, o que seria tóxico em indivíduos que possuem poucas cópias do gene (Ingelman-Sundberg 2005). Tendo isso em vista, etíopes nativos e um grupo de etíopes migrantes vivendo na Suécia foram comparados quanto à taxa de metabolização da debrisoquina, um substrato seletivo das enzimas *CYP2D6* (Aklillu *et al.* 2002). Dos dois grupos, foram selecionados

indivíduos com o mesmo genótipo, sendo possível observar que o grupo residente na Etiópia apresentou uma menor taxa de metabolização da debrisoquina que o grupo que vive na Suécia (Aklillu *et al.* 2002). Isso pode ter ocorrido por diferenças na dieta entre os dois grupos, uma vez que etíopes nativos consomem uma maior variedade de plantas, resultando em uma maior ingestão de alcaloides, a qual pode levar a uma sobreutilização de enzimas e a uma diminuição na taxa do metabolismo da debrisoquina (Aklillu *et al.* 2002; Ingelman-Sundberg 2005). Nesse sentido, uma dieta composta de uma maior variedade de vegetais necessita de uma maior produção de enzimas de desintoxicação de alcaloides, o que ocorre quando indivíduos apresentam múltiplas cópias do gene *CYP2D6*. Assim, pode-se pressupor que a escassez alimentar sofrida pela população etíope há cerca de 10 a 20 mil anos atrás gerou uma seleção positiva em indivíduos que apresentassem várias cópias do gene *CYP2D6*, uma vez que estes puderam ampliar a diversidade de plantas consumidas em épocas de escassez (Ingelman-Sundberg 2005). Assim, a distribuição de indivíduos com múltiplas cópias do gene *CYP2D6* em diferentes grupos humanos pode refletir o histórico de escassez alimentar em cada grupo.

O exemplo das enzimas *CYP2D6* ilustra como padrões de dieta no passado evolutivo humano, particularmente no que concerne às decisões culturais em períodos de escassez alimentar, podem ter influenciado a seleção de indivíduos com maior número de cópias do gene *CYP2D6*. Mudanças nos padrões de dieta em diferentes populações humanas em nosso passado também podem ter interferido na presença de polimorfismos de outros genes envolvidos na produção de enzimas de metabolização (Nebert & Dieter 2000). Da mesma maneira, considerando que alcaloides apresentam uma ampla gama de atividades biológicas, é razoável supor que, de certa forma, a presença de indivíduos com múltiplas cópias desse gene em populações humanas pode ter gerado consequências quanto ao aproveitamento dos efeitos terapêuticos dessas substâncias. Se isso for verdade, muitos povos podem ter desenvolvido suas farmacopeias tradicionais em função de sua capacidade de reagir em maior ou menor grau aos químicos vegetais. Ora, se o exemplo da população etíope sugere uma “adaptação alimentar local”, é muito provável que nesse caso específico também tenha ocorrido uma “adaptação médica local”.

O que estamos tratando neste tópico pode exercer um impacto em nossos estudos etnobiológicos, permitindo melhor compreender os usos de recursos para a alimentação e para o tratamento de doenças em diferentes grupos humanos. Agora, analisemos a situação hipotética descrita a seguir. Em determinado grupo, formado por indivíduos que apresentam um alto número de cópias do gene *CYP2D6*, podemos esperar uma alta diversidade de plantas empregadas no uso alimentício, uma vez que as pessoas sofrem menos com os efeitos tóxicos oriundos de alcaloides de plantas utilizadas na alimentação. No entanto, o uso medicinal dessas plantas poderá sofrer um impacto, já que, mesmo que uma planta medicinal contenha alcaloides que apresentem atividade biológica, estes provavelmente serão degradados por enzimas de metabolização. Assim, algumas plantas podem ser percebidas por um grupo humano como pouco efetivas no uso medicinal não necessariamente pela escassez de compostos interessantes do ponto de vista farmacológico, mas pelo fato de que seria necessária uma dosagem maior para exercer algum efeito em pessoas que apresentam uma alta expressão de enzimas *CYP2D6* (o que seria letal em outras pessoas) e de outras enzimas que também são responsáveis pela degradação de substâncias exógenas. Provavelmente, as diferentes culturas, por questões adaptativas, não realizaram tais ajustes nas dosagens por conta do prejuízo que isso poderia provocar em nível populacional.

Assim, teremos então uma farmacopeia que está ajustada não só a decisões culturais, mas também à variação genética presente na população e ao ambiente que fornece os recursos que serão selecionados pelas pessoas. Nesse sentido, entende-se que, ao adotar determinado “regime alimentar” ou “regime médico”, as mudanças genéticas e culturais passam a reforçar-se mutuamente. Embora existam poucos estudos para esse cenário específico, pode haver um cenário em que determinados alelos levem a uma maior ou menor resposta terapêutica a determinados químicos vegetais presentes nos remédios de diferentes povos. Durante o trabalho de campo de nosso grupo com os índios Fulni-ô, em uma etnia que vive no Nordeste no Brasil e é considerada uma das mais preservadas pela permanência de sua língua, o Yathé (ver Soldati & Albuquerque, 2012), coletamos algumas evidências etnográficas do que estamos supondo aqui.

Na ocasião, muitas vezes, ouvimos a afirmação de que os medicamentos alopáticos não surtiam os efeitos desejados para algumas afecções em comparação com os preparados tradicionais a base de recursos vegetais disponíveis na região.

Considerações finais

Ainda estamos dando os primeiros passos para compreender o quanto as interações entre pessoas e ambiente podem ter sido moldadas por decisões no passado. Trata-se de um campo aberto para etnobiólogos debruçarem-se. Se aceitarmos os argumentos e as interpretações para os exemplos mencionados ao longo deste capítulo, vemos que a TCN pode oferecer um *framework* conceitual útil para a etnobiologia. Ao mesmo tempo, isso permitiria estreitar as relações e o diálogo entre os etnobiólogos com formação em ciências sociais e os etnobiólogos com formação em ciências biológicas e/ou que se sentem muito à vontade em adotar conceitos ecológicos e/ou evolucionários em seus estudos.

A TCN pode, assim, ampliar os horizontes da etnobiologia no que concerne à compreensão da relação entre pessoas e natureza, especialmente no que diz respeito às ações humanas sobre a biota e a todo o conhecimento (CEL) gerado a partir de tal interação, visando entender os impactos biológicos e culturais que nossas ações tiveram e têm até hoje sobre o ambiente e sobre nossa própria espécie.

Agradecimentos

Agradecemos especialmente ao Dr. John Odling-Smee (Mansfield College – Universidade de Oxford) e ao Dr. Kevin Laland (Universidade de St. Andrews) pelos comentários sobre o manuscrito. Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq) (Processo n.º 471989/2012-6).

Referências

- Albuquerque UP, Ferreira Júnior WS, Santoro FR, Torres-Avilez WM, Sousa Júnior JR. 2015. Niche construction theory and ethnobiology. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. p. 73-87.
- Akillu E, Herrlin K, Gustafsson LL, *et al.* 2002. Evidence for environmental influence on CYP2D6-catalysed debrisoquine hydroxylation as demonstrated by phenotyping and genotyping of Ethiopians living in Ethiopia or in Sweden. *Pharmacogenetics* 12: 375-383.
- Berkes F, Colding J, Folke C. 2000. Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10: 1251-1262.
- Cavalli-Sforza LL, Feldman M. 1981. *Cultural transmission and evolution: a quantitative approach*. New Jersey, Princeton University Press.
- Durham WH. (ed.) 1991. *Coevolution: genes, culture, and human diversity*. Stanford, Stanford University Press.
- Evans WE, Relling MV. 2004. Moving towards individualized medicine with pharmacogenomics. *Nature* 429: 464-468.
- Feldman MW, Cavalli-Sforza LL. 1989. On the theory of evolution under genetic and cultural transmission with application to the lactose absorption problem. In: Feldman MW. (ed.) *Mathematical Evolutionary Theory*. Princeton, Princeton University Press. p. 145-173.
- Fried M, Abramson S, Meyer JH. 1987. Passage of salivary amylase through the stomach in humans. *Digestive Diseases and Sciences* 32: 1097-1103.
- Garrido-Pérez EI, Glasnovic P. 2014. The search of human-driven patterns of global plant diversity: why and how? *Brenesia* 81: 96-107.
- Ingelman-Sundberg M. 1997. Genetic polymorphism of drug metabolizing enzymes. Implications for toxicity of drugs and other xenobiotics. *Archives of Toxicology, Supplement* 19: 3-13.
- Ingelman-Sundberg M. 2001. Pharmacogenetics: an opportunity for a safer and more eficiente pharmacotherapy. *Journal of Internal Medicine* 250: 186-200.
- Ingelman-Sundberg M. 2005. Genetic polymorphisms of cytochrome P450 2D6 (CYP2D6): clinical consequences, evolutionary aspects and functional diversity. *Pharmacogenomics J* 5: 6-13.
- Ingram CJE, Mulcare CA, Itan Y, Thomas MG, Swallow DM. 2009. Lactose digestion and the evolutionary genetics of lactase persistence. *Human Genetics* 124: 579-591.
- Laland KN, Boogert NJ. 2010. Niche construction, co-evolution and biodiversity. *Ecological Economics* 69: 731-736.
- Laland KN, Boogert NJ, Evans C. 2014. Niche construction, innovation and complexity. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 11: 71-86.

- Laland KN, Brown G. 2011. Niche construction and human behavioral ecology: tools for understanding work. In: Levin R, Laughlin S, De La Rocha C, Blackwell A. (eds.) *Work Meets Life: exploring the integrative study of work in living systems*. London, The MIT Press. p. 113-132.
- Laland KN, O'Brien MJ. 2011. Cultural niche construction: an introduction. *Biological Theory* 6: 191-202.
- Laland KN, Sterelny K. 2006. Seven reasons (not) to neglect niche construction. *Evolution* 60: 1751-1762.
- Larson G, Fuller DQ. 2014. The evolution of animal domestication. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 66: 115-36.
- Larson G, Piperno DR, Allaby RG, *et al.* 2014. Current perspectives and the future of domestication studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111: 6139-6146.
- Lins Neto EMF, Oliveira IF, Britto FB, *et al.* 2013. Traditional knowledge genetic morphological diversity in populations of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution* 60: 1389-1406.
- Livingstone FB. 1958. Anthropological implications of sickle-cell distribution in West Africa. *American Anthropologist* 60: 533-562.
- Matthews B, De Meester L, Jones CG, *et al.* 2014. Under niche construction: an operational bridge between ecology, evolution, and ecosystem science. *Ecological Monographs* 84: 245-263.
- Nebert DW, Dieter MZ. 2000. The evolution of drug metabolism. *Pharmacology* 2000: 124-135.
- O'Brien MJ, Laland KN. 2012. Genes, Culture, and Agriculture: An Example of Human Niche Construction. *Current Anthropology* 53: 434-470.
- Odling-Smee J, Erwin DH, Palkovacs EP, *et al.* 2013. Niche Construction Theory: A Practical Guide for Ecologists. *The Quarterly Review of Biology* 88: 3-28.
- Odling-Smee J, Laland KN, Feldman MW. 2003. *Niche construction: the neglected process in evolution*. New Jersey, Princeton University Press.
- Odling-Smee J, Laland KN. 2011. Ecological inheritance and cultural inheritance: what are they and how do they differ? *Biological Theory* 6: 220-230.
- Ortega VE, Meyers DA. 2014. Pharmacogenetics: Implications of race and ethnicity of defining genetic profiles for personalized medicine. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 133: 16-26.
- Parra F, Casas A, Peñaloza-Ramirez JM, *et al.* 2010. Evolution under domestication: ongoing artificial selection and divergence of wild and managed *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) populations in the Tehuacán Valley, Mexico. *Annals of Botany* 106: 483-496.

- Perry GH, Dominy NJ, Claw KG, *et al.* 2007. Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation. *Nature* 39: 1256-1260.
- Posnansky M. 1969. Yams and the origins of West African agriculture. *Old Dominion University* 1: 101-107.
- Richerson PJ, Boyd R. 1985. *Culture and the evolutionary process*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Romero GQ, Gonçalves-Souza T, Vieira C, *et al.* 2014. Ecosystem engineering effects on species diversity across ecosystems: a meta-analysis. *Biological Reviews* 90. doi: 10.1111/brv.12138.
- Santoro FR, Santos GC, Ferreira Júnior WS, *et al.* 2016. Testing an ethnobiological evolutionary hypothesis on plant-based remedies to treat malaria in Africa. *Evolutionary Biology* 44: 216-226. doi: 10.1007/s11692-016-9400-9.
- Scott-Phillips TC, Laland KN, Shuker DM, *et al.* 2014. The niche construction perspective: a critical appraisal. *Evolution* 68: 1231-1243.
- Seripa D, Pilotto A, Panza F, *et al.* 2010. Pharmacogenetics of cytochrome P450 (CYP) in the elderly. *Ageing Research Reviews* 9: 457-474.
- Smith BD. 2007. Niche construction and the behavioral context of plant and animal domestication. *Evolutionary Anthropology*: 16: 188-199.
- Smith BD. 2009. Resource resilience, human niche construction, and the long-term sustainability of Pre-Columbian subsistence economies in the Mississippi River Valley Corridor. *Journal of Ethnobiology* 29: 167-183.
- Smith BD. 2011a. A cultural niche construction theory of initial domestication. *Biological Theory* 6: 260-271.
- Smith BD. 2011b. General patterns of niche construction and the management of 'wild' plant and animal resources by small-scale pre-industrial societies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366: 836-848.
- Soldati GT, Albuquerque UP. 2012. Ethnobotany in intermedical spaces: the case of the Fulni-ô indians (Northeastern Brazil). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2012. doi: 10.1155/2012/648469.
- Sullivan AP, Bird DW, Perry GH. 2017. Human behaviour as a long-term ecological driver of non-human evolution. *Nature Ecology & Evolution* 1:65. doi: 10.1038/s41559-016-0065.
- Wright JP, Jones CG, Flecker AS. 2002. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia* 132: 96-101.

CAPÍTULO 3

Teoria da evolução cultural: fundamentos⁶

Flávia Rosa Santoro, André Luiz Borba do Nascimento,
Washington Soares Ferreira Júnior, Gustavo Taboada Soldati e
Ulysses Paulino de Albuquerque

6 Versão modificada e traduzida de Santoro et al. (2018).

ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:



<https://youtu.be/HedDyH7AF04>



Este capítulo tem a intenção de apresentar o campo da evolução cultural para os que se encontram envolvidos com a etnobiologia evolutiva, mostrando as oportunidades investigativas e, ao mesmo tempo, expondo para os evolucionistas culturais as possibilidades de diálogo com a etnobiologia evolutiva. Para isso, organizamos o texto de modo a explicitar os conceitos mais básicos em evolução cultural, contextualizando-os sempre que possível, à luz dos interesses da etnobiologia.

Cultura e traços culturais

Sabemos que existem várias teorias diferentes de “evolução cultural” e que essa expressão pode ser entendida como um conceito controverso, estando presente tanto em teorias progressivas nas ciências sociais quanto nas novas teorias biológicas, como a memética – ver Dawkins (1979). Por essa razão, precisamos especificar que aqui, quando nos referimos à evolução cultural, estamos fazendo referência a uma disciplina que, em seu início, partiu de estudos que usaram modelos matemáticos para explicar o comportamento humano, tais como os de Luigi L. Cavalli-Sforza e Marcus W. Feldman e Peter J. Richerson e Robert Boyd. Mais recentemente, o estudo da evolução cultural tem sido amplamente discutido por autores como Joseph Henrich, James Broesch, Gillian R. Brown, Kevin Laland e Alex Mesoudi (ver Mesoudi 2011). Portanto, nesta obra, entendemos a evolução cultural não apenas como um processo, mas também como uma disciplina que aborda diversos processos evolutivos culturais complexos.

A evolução cultural assume que, além da informação genética (genes), os humanos são entidades que podem armazenar e expressar outro tipo de informação: a cultura (Mesoudi 2011). De acordo com a evolução cultural, a cultura pode ser definida como a *informação* de origem social que é passada de pessoa para pessoa por meio do ensino, da imitação e de outras formas de aprendizagem social (Richerson & Boyd 2005; Mesoudi 2011). Dessa maneira, a palavra *informação* aqui é aplicada em um sentido amplo que engloba os conhecimentos, as crenças, as práticas, as habilidades e as normas das populações.

Em uma perspectiva evolutiva, a cultura pode ser vista como uma adaptação humana (Rogers 1988; Richerson & Boyd 2005; Enquist *et al.* 2007). O comportamento humano é, então, resultado da expressão de informações tanto genéticas quanto culturais. Nesse sentido, importa salientar que nem toda informação cultural (e nem toda informação genética) será expressa e irá determinar um comportamento, porque algumas informações culturais podem ser estocadas sem ser expressas.

Apesar de considerar a relação coevolutiva entre os sistemas de formação genética e cultural, a evolução cultural foca exclusivamente o estudo da dinâmica dos traços culturais. Tais traços podem ser compreendidos como unidades de transmissão cultural que se manifestam ou não em comportamentos e outras formas de comunicação, como a linguagem (O'Brien *et al.* 2010). Partindo do pressuposto de que o idioma é parte de uma cultura, cada palavra pode ser considerada uma unidade de transmissão, ou seja, um traço cultural. Um traço cultural, no entanto, só pode ser visto e quantificado quando expresso (ao contrário das informações genéticas) por meio da fala ou da escrita, por exemplo. A habilidade de aprender traços culturais constitui, assim, um fator biológico primário que é responsável pela evolução do comportamento humano (Boyd *et al.* 2011).

A evolução cultural considera que a cultura evolui de forma semelhante ao que ocorre no processo de seleção natural proposto por Darwin, o qual está fundamentado em três principais precondições: *variação*, *competição* e *hereditariedade* (Darwin 1968; Cavalli-Sforza & Feldman 1981; Boyd & Richerson 1985; Mesoudi 2011). Para que exista evolução cultural, portanto, é necessário que haja *variação* de traços culturais entre e dentro grupos humanos, ou seja, que haja heterogeneidade entre os traços, tanto em nível individual (uma pessoa armazena e expressa vários traços culturais) quanto em nível coletivo (existem diferentes traços culturais dentro e entre grupos humanos distintos). Dessa forma, para que a evolução biológica aconteça, é preciso variação genética que propicie os processos evolutivos, especialmente em resposta a distúrbios ambientais, em que uma maior variação de traços biológicos em uma espécie aumenta a probabilidade de uma resposta adaptativa a quaisquer eventuais mudanças.

O mesmo ocorre com a variação de traços culturais na evolução cultural, havendo, entretanto, uma diferença fundamental entre traços

biológicos e culturais quanto ao modo como a variação pode ser gerada. De acordo com a perspectiva da evolução biológica mais aceita atualmente, a perspectiva neodarwiniana (embora esta também venha sendo questionada – ver Laland *et al.* 2014), a fonte de variação genética é sempre aleatória. Os traços culturais, no entanto, podem ser voluntariamente modificados pelos indivíduos que recebem as informações (Boyd & Richerson 1985; Mesoudi 2011). Portanto, a fonte de variação de traços culturais nem sempre é randômica, o que aumenta as chances de que ocorram variações em um determinado sistema cultural.

Os variados traços culturais possuem o que alguns autores denominam *fitness* diferencial (ver Mesoudi & Whiten 2008): dentro do *pool* de variações, cada traço confere um *fitness* diferente a determinadas pressões dos ambientes cultural e biológico, de forma que alguns traços são mais preservados do que outros devido a uma concorrência por atenção e expressão. Quando os traços são de um mesmo tipo e/ou usados para cumprir uma mesma função, a concorrência por memória e expressão é maior, levando a uma maior pressão de seleção cultural (Mesoudi 2011). Em um experimento com o exercício de *read and recall* (ler e recordar), por exemplo, os participantes de um estudo realizado por McGeoch & McDonald (1931) tiveram mais dificuldade de lembrar palavras com o mesmo significado do que palavras com diferentes significados. Isso pode ocorrer porque a coexistência dentro do mesmo domínio cultural – para um detalhamento sobre o conceito de domínio cultural, ver Spradley (1979) e Weller & Romney (1988) – é altamente competitiva. Nos estudos etnobiológicos, podemos tratar os recursos naturais utilizados para o mesmo propósito (como aqueles usados para lenha ou aqueles usados para tratar a mesma doença ou doenças semelhantes) como pertencentes ao mesmo domínio cultural.

Por fim, os variados traços aprendidos devem ser passíveis de serem herdados, ou seja, transmitidos a outros indivíduos. É possível, assim, traçando um paralelo com a evolução biológica, que a herança cultural ocorra por via parental, como é o caso da maioria das vias de herança genética (exceto para algumas bactérias), ou por vias não parentais, como entre indivíduos de uma mesma geração (Rivera & Lake 2004; Mesoudi 2011). Essa característica possibilita que drásticas

mudanças culturais aconteçam em intervalos menores do que uma geração (Futuyma 1998; Richerson & Boyd 2005; Reyes-García *et al.* 2013), pois o tempo para que determinada informação se fixe em uma população depende muito mais dos canais de transmissão de informação entre as pessoas do que dos intervalos intergeracionais. Nesse sentido, o sistema de traços culturais é mais flexível e dinâmico que o sistema biológico de informação genética. Apesar de tal característica permitir uma rápida dispersão de respostas adaptativas a mudanças ambientais drásticas, ela também pode tornar o sistema mais susceptível à dispersão de traços mal-adaptados (ver Tanaka *et al.* 2009), assunto do qual trataremos mais adiante.

Um componente-chave da herança na evolução cultural é a transmissão de traços culturais ocorrer diretamente por meio da expressão de informação (fazendo uma analogia com a transmissão de traços biológicos, é como se o fenótipo, e não o genótipo, fosse transmitido) (Mesoudi 2011), o que torna a transmissão cultural muito mais complexa que a transmissão genética, em que o genótipo é transmitido. Somando essa característica ao fato de que as pessoas podem modificar o que aprendem (o fenótipo) antes de passarem esse conhecimento adiante, a herança na evolução cultural é considerada “lamarckiana” (Mesoudi 2011). Portanto, apesar das semelhanças mencionadas, existem diferenças entre a evolução genética (sobretudo aquela amplamente estudada sob a ótica neodarwiniana) e a evolução cultural (Tabela 1).

Tabela 1. Características gerais da evolução genética (em uma perspectiva neodarwiniana) e cultural em humanos. Baseado em Boyd & Richerson (1985); Mesoudi (2011).

Características/ tipo de evolução	Evolução genética	Evolução cultural
“Tempo evolutivo”	Cerca de milhares de anos.	Intervalos curtos, de forma que mudanças drásticas podem ocorrer em uma mesma geração.
Variação	Aleatória, embora algumas regiões do DNA sejam mais susceptíveis que outras.	Pode ocorrer ao acaso ou ser voluntariamente guiada.

Características/ tipo de evolução	Evolução genética	Evolução cultural
Competição	<i>Fitness</i> diferencial de distintos alelos.	<i>Fitness</i> diferencial de distintos traços culturais.
Hereditariedade	Parental (com exceção de algumas bactérias), e a estrutura de estoque de informação discreta (genes) é transmitida.	Parental ou não, e a expressão da informação (semelhante ao fenótipo) é transmitida.

Os princípios de variação, competição e hereditariedade são amplamente estudados em análises que visam entender a cultura em uma perspectiva microevolutiva. A microevolução cultural usualmente busca entender os fatores e processos que promovem mudanças na frequência de traços culturais dentro de uma população humana (Mesoudi 2011). Para isso, essa abordagem usa principalmente modelos matemáticos (Cavalli-Sforza & Feldman 1981; Boyd & Richerson 1985; Perreault *et al.* 2012), estudos de laboratório com experimentos da psicologia (Cook *et al.* 2014; Muthukrishna *et al.* 2016) e estudos de campo similares aos empregados em etnobiologia (Nielsen & Tomaselli 2010; Henrich & Broesch 2011; Muthukrishna *et al.* 2016) para prever os comportamentos de diferentes traços culturais e sua seleção ao longo do tempo.

Esses comportamentos microevolutivos em nível populacional podem ser utilizados para reconstruir os padrões e as tendências em larga escala e em longo prazo da evolução cultural a partir de uma perspectiva macroevolutiva. A abordagem macroevolutiva recorre a métodos comparativos e/ou filogenéticos (Mesoudi 2011) para entender a evolução convergente e divergente de traços culturais em diferentes populações espalhadas pelo mundo e buscar a origem de importantes traços culturais das sociedades modernas. O estudo de Salsis-Lagoudakis *et al.* (2011) é um exemplo dessa abordagem macroevolutiva, pois mostra que populações não relacionadas e geograficamente distantes (em continentes diferentes) selecionam plantas medicinais filogeneticamente similares para fins terapêuticos. Esse resultado indica evolução convergente, uma vez que tais populações não parecem descender de uma mesma sociedade em comum.

Importantes questões ecológicas e evolutivas são subjacentes às relações entre as pessoas e os recursos naturais, figurando como tema das investigações da etnobiologia. Muitos padrões observados em etnobiologia podem ser entendidos e estudados sob a perspectiva da evolução cultural, principalmente aqueles relacionados a processos microevolutivos. Esses processos são o foco deste capítulo porque permitem desenhar diversos paralelos entre a evolução cultural e a etnobiologia evolutiva, assim como apresentar novas perspectivas na etnobiologia. Os conceitos-chave da evolução cultural e o modo como estes podem ser aplicados na etnobiologia evolutiva estão explícitos, a seguir, na Tabela 2.

Tabela 2. Conceitos-chave em evolução cultural e sua aplicação na etnobiologia evolutiva. Baseado em Mesoudi (2011; 2015); Albuquerque *et al.* (2015).

Características da evolução cultural	Definições	Aplicação na etnobiologia evolutiva
Cultura	Informações transmitidas socialmente que podem afetar o comportamento dos indivíduos.	O foco não é na cultura como um todo, mas nas informações culturais ligadas aos sistemas socioecológicos e expressas na relação entre pessoas e biota (Albuquerque & Medeiros 2013).
Traços culturais	Unidades de informação que podem ser transmitidas de forma discreta ou contínua.	A etnobiologia evolutiva investiga e quantifica traços culturais para testar hipóteses. Um exemplo de traços culturais quantificáveis consiste nos alvos terapêuticos e nas plantas medicinais usadas para tratá-los (Santoro <i>et al.</i> 2015).
Variação	Heterogeneidade dos traços culturais entre grupos e entre indivíduos de um mesmo grupo.	A etnobiologia evolutiva pode estudar a heterogeneidade real e potencial de traços culturais dentro de um domínio cultural, como, por exemplo, a redundância de plantas medicinais para tratar uma doença (Albuquerque & Oliveira 2007).

Características da evolução cultural	Definições	Aplicação na etnobiologia evolutiva
Inovação	Introdução de um novo traço cultural que resulta de processos diferentes, como produção individual de conhecimento, variação guiada, migração e erros de transmissão.	A inovação aumenta a heterogeneidade (variação) de sistemas socioecológicos, o que é a base para a evolução cultural. Por exemplo, espécies exóticas podem ser trazidas aos sistemas locais por meio de imigrantes (Abreu <i>et al.</i> 2015).
Produção individual de conhecimento	Um tipo de inovação, pelo qual um indivíduo produz informação nova, particularmente mediante experimentação. Essa nova informação pode ou não ser transmitida e se fixar em um sistema cultural.	A etnobiologia evolutiva pode investigar se uma variação cultural é oriunda de produção individual de conhecimento ou outra fonte de inovação. Por exemplo, especialistas locais podem, por meio da experimentação, ser fontes de produção de conhecimento sobre plantas medicinais (Soldati <i>et al.</i> 2015).
<i>Fitness</i> diferencial	Característica do traço cultural que aumenta sua atratividade ao ser aprendida e estocada.	A etnobiologia evolutiva pode investigar os mecanismos pelos quais algumas informações apresentam maior probabilidade de permanecerem em sistemas socioecológicos que outras. Por exemplo, em um sistema médico local, informações de tratamento de doenças frequentes são mais facilmente memoráveis que outras (Nascimento <i>et al.</i> 2016).
Herança lamarckiana	Modificações na expressão de um traço cultural (fenótipo) são passadas durante a transmissão social.	A etnobiologia evolutiva pode verificar se variações geradas por meio de variação guiada são transmitidas para outros indivíduos.

Processos microevolutivos na etnobiologia

Mesoudi (2011) subdivide os processos microevolutivos da seguinte maneira: aqueles relacionados a formas de variação e migração de traços culturais; aqueles relacionados à seleção cultural, que determina a probabilidade de um traço ser mais facilmente transmitido e lembrado em relação a outros; aqueles relacionados à deriva cultural, como a fixação

ou extinção de um traço cultural devido ao acaso; e aqueles relacionados à transmissão cultural (Tabela 3). Esses mecanismos microevolutivos são possíveis devido à habilidade humana de aprender e acumular informação.

O aprendizado social, obtido por meio da transmissão de conhecimento, diminui a quantidade de energia gasta durante a aquisição de novas informações adaptativas e permite a difusão de inovações (Rendell *et al.* 2011). No entanto, a produção individual de conhecimento pode ser mais vantajosa que o aprendizado social em um ambiente de instabilidade, porque informações adaptativas em um tempo X podem não mais o ser em um tempo Y (Rogers 1988; Boyd *et al.* 2011). Dessa forma, em sistemas socioecológicos, o equilíbrio entre transmissão e inovação de traços culturais, que está associado a variações ambientais, determina a evolução dos sistemas via a seleção e acumulação de traços adaptativos ao longo do tempo (Boyd *et al.* 2011).

Questões ligadas aos processos microevolutivos sobre o conhecimento ecológico local permeiam vários trabalhos na área de etnobiologia, por meio de questionamentos como: por que o uso de diferentes recursos naturais para um mesmo fim persiste ao longo do tempo? O conhecimento local está se perdendo ao longo do tempo? Será que a diminuição do conhecimento local está vinculada a uma maior difusão de outros sistemas de conhecimento, como o biomédico e o industrial? Existe variação intracultural do conhecimento? Dentro de uma mesma população, fatores socioeconômicos podem promover a difusão de certos traços culturais ligados ao uso dos recursos naturais e/ou a inibição de alguns desses traços? Contudo, pouquíssimos são os trabalhos que usam a evolução cultural como cenário teórico para entender esses aspectos – ver como exemplos Reyes-García *et al.* (2009) e Soldati *et al.* (2015). Essa nova perspectiva pode permitir avanços significativos na pesquisa etnobiológica, uma vez que tais fenômenos podem ser explicados por diferentes processos que guiam as mudanças culturais.

Tabela 3. Processos microevolutivos da evolução cultural. Modificado de Mesoudi (2011) e Rendell *et al.* (2011).

Processos	Descrição
Variação	
Mutação cultural	Inovações geradas totalmente ao acaso, como as mutações genéticas.
Variação guiada	Os indivíduos modificam a informação adquirida de acordo com vieses cognitivos individuais (lamarckiana).
Migração	
Difusão dêmica	Os traços culturais migram com a migração das pessoas para distintos lugares.
Difusão cultural	Os traços culturais migram por meio de transmissão cultural (mídia, escrituras etc.) sem que necessariamente as pessoas migrem.
Seleção Cultural	
Viés de conteúdo	Um traço é preferencialmente adotado devido à sua atratividade intrínseca, como os que conferem forte reação emocional.
Viés baseado em modelo	Um traço é preferencialmente adotado devido às características do modelo (da pessoa) a ser copiado, tal como prestígio e idade ou similaridade com quem copia.
Viés de conformidade	Um traço é preferencialmente adotado pela sua frequência na população, ou seja, por ser mais popular.
Deriva cultural	
Mudanças randômicas na frequência dos traços.	
Transmissão cultural	
Vias	
Vertical	Transmissão por meio dos pais biológicos (uniparental ou biparental).
Obliqua	Transmissão por intermédio de um membro da população da geração anterior, mas sem parentesco.

Processos	Descrição
Horizontal	Transmissão via um membro da população da mesma geração, sem parentesco.
<u>Alcance</u>	
Um para um	Aprendizado face a face, de um indivíduo para outro.
Um para muitos	Um indivíduo influenciando vários outros, por meio da educação ou da mídia.
Muitos para um *	Um indivíduo é escolhido para ser ensinado por diversos outros indivíduos experientes.
<u>Mecanismo</u>	
Mesclado (<i>blending</i>)	Adoção da “média” de mais de um modelo de um traço cultural contínuo.
Particulado	Transmissão “tudo ou nada” de traços culturais discretos.

*Mesoudi (2011) não considera esse alcance de transmissão. Outros pesquisadores, como Hewlett & Cavalli-Sforza (1986), reconhecem a importância do alcance muitos para um.

A importância da variação em processos microevolutivos

Na etnobiologia, a redundância utilitária é um conceito utilizado para caracterizar a organização e a dinâmica do conhecimento ecológico local (Albuquerque & Oliveira 2007; Ferreira Júnior *et al.* 2012; Alencar *et al.* 2014; Santoro *et al.* 2015; Nascimento *et al.* 2015, Nascimento *et al.* 2016, Díaz-Reviriego *et al.* 2016). De acordo com o modelo de redundância utilitária (MRU), diferentes recursos biológicos podem ter a mesma função em um sistema socioecológico, e essa redundância permite uma diminuição na pressão de uso das espécies e auxilia na resiliência do sistema como um todo (Nascimento *et al.* 2015). Em sistemas médicos locais, por exemplo, algumas enfermidades podem ser tratadas por mais de um recurso, o que torna esses recursos redundantes em suas funções terapêuticas. Assim, na ausência de um recurso, outros podem ser usados, o que

assegura a manutenção da saúde da população local e contribui para a resiliência do sistema médico (Albuquerque & Oliveira 2007; Nascimento *et al.* 2015).

A redundância utilitária indica *variação* de traços no mesmo domínio cultural, o que é extremamente importante para a evolução do sistema ecológico local. Para entender a importância dessa variação, podemos traçar um paralelo com a variação genética, já que espécies que mantêm variação genética no mesmo alelo se adaptam mais rápido a mudanças ambientais (Hedrick *et al.* 1976, Barret & Schluter 2007). Assim, a variação (ou redundância) tem um relevante papel na facilitação de uma adaptação rápida a novos ambientes ou em caso de mudanças ambientais bruscas.

Como mencionado anteriormente, a redundância ou variação de traços pode ocorrer voluntariamente, originando um processo denominado variação guiada. A variação guiada, referida por Mesoudi (2011) como um processo microevolutivo lamarckiano, ocorre quando a informação é intencionalmente modificada por um indivíduo. Observemos o seguinte exemplo: alguém aprende que as folhas de uma palmeira, como a macaíba, são usadas para confeccionar determinado objeto. Em algum momento, devido a alguma variação ambiental, a macaíba passa a não estar mais disponível ou se torna mais rara no ambiente, mesmo que por um curto período de tempo. Nesse contexto, a ausência ou diminuição da macaíba no ambiente pode levar as pessoas que usam suas folhas a experimentarem folhas de outras espécies com base na informação originalmente recebida (por exemplo, a forma e espessura das folhas da macaíba são ideais para confeccionar esteiras). Dessa maneira, é possível que a informação original de que a macaíba possa ser usada para fazer esteiras seja intencionalmente modificada, resultando em uma nova informação: a de que o babaçu, por exemplo, por ter folhas semelhantes, pode ser usado com esse intuito. A nova informação “babaçu-esteira” pode, então, ser transmitida entre as pessoas e fazer parte do conjunto de plantas utilizadas pela comunidade. Esse processo de variação guiada, quando ocorre diversas vezes, aumenta o repertório de plantas úteis em determinado domínio cultural. Portanto, como apontado por Boyd & Richerson (1985), a variação guiada não depende de uma variação prévia na população.

No entanto, a criação e recriação de um novo traço pode também ocorrer devido a erros na transmissão de informações, desencadeando um processo chamado mutação cultural (Mesoudi 2011). Esses erros de transmissão acontecem randomicamente, não sendo possível perceber imediatamente a vantagem ou desvantagem dessa modificação. Quando determinado traço é transmitido várias vezes, a probabilidade de um erro ocorrer é maior, já que uma alta frequência de eventos de transmissão pode gerar ruídos. Um exemplo desses ruídos consiste na brincadeira do telefone sem fio, em que, quanto maior for a cadeia de pessoas para transmitir uma informação, maior será a probabilidade de que a informação chegue ao final do jogo distorcida. Essa forma de mutação cultural pode explicar os resultados dos estudos etnobiológicos de sistemas médicos locais que mostram uma alta redundância em plantas medicinais que tratam enfermidades muito comuns, enquanto que, em plantas que tratam enfermidades raras, essa redundância é baixa (Santoro *et al.* 2015; Nascimento *et al.* 2016). Essa diferença de redundância ocorre porque uma alta frequência de uma enfermidade aumenta o número de eventos de transmissão sobre seu tratamento, gerando erros que podem ser agregados às farmacopeias locais.

A permanência de tais erros é tipicamente menor se estes diminuem significativamente o *fitness* da população, comprometendo a saúde das pessoas, por exemplo. Doenças mais sérias possuem uma redundância de plantas menor para seu tratamento em comparação a doenças pouco graves (Santoro *et al.* 2015; Nascimento *et al.* 2016), o que pode refletir, além de outros fatores, a rápida eliminação de informação errônea (causada por mutação cultural) para tratamento de enfermidades com alto risco de morte. Informações equivocadas sobre o tratamento de enfermidades leves podem permanecer sem que se notem suas desvantagens, mas, no caso de enfermidades perigosas, um erro pode causar a morte do indivíduo, o que levaria à percepção do erro e a consequente eliminação dessa informação do sistema. No entanto, as explicações aqui dadas para os resultados desses estudos são meras suposições, uma vez que tais estudos não se centraram em explicar o padrão observado a partir da abordagem da evolução cultural, o que faz dessa questão sobre mutação cultural uma lacuna importante a ser preenchida na pesquisa etnobiológica.

A migração é outra fonte de variações de traços culturais, porque ela aumenta a variabilidade de traços ao introduzir novas informações provenientes de outros grupos culturais (Cavalli-Sforza & Feldman 1981). Na evolução cultural, o processo migratório não se restringe à migração de indivíduos que carregam consigo informações de um lugar para outro (difusão dêmica), pois engloba também a migração das próprias informações por outras vias de transmissão (difusão cultural), como livros, rádio, televisão e internet (Mesoudi 2011) (Tabela 3). A pesquisa etnobiológica está repleta de exemplos de difusão dêmica (Lacuna-Richman 2006; Nesheim *et al.* 2006; Waldstein 2006; Abreu *et al.* 2015). Esses exemplos mostram que as pessoas carregam consigo o conhecimento do seu lugar de origem ao migrarem e podem trocar informações com as pessoas do novo local, adotando novos conhecimentos e criando variação. No entanto, em algumas populações, as diferenças culturais podem bloquear a troca de informações com grupos culturais muito distintos, prevenindo o aumento da variação (Medeiros *et al.* 2012; Pieroni *et al.* 2015).

Um exemplo de variação associada à migração é a introdução de espécies exóticas em uma farmacopeia local. Essa variação pode ocorrer pelos dois processos descritos na Tabela 3: por difusão dêmica, quando uma pessoa migra e carrega a planta consigo; ou por difusão cultural, quando uma pessoa vê a informação sobre a planta em um programa televisivo ou em uma revista e adquire a planta em um mercado local, por exemplo. Albuquerque (2006) sugere que essa introdução de novas plantas em farmacopeias pode envolver a necessidade de tratar certas enfermidades que espécies nativas não podem tratar. Portanto, migração cria variação, processo este que tem o potencial de preencher os nichos culturais que previamente possuíam lacunas ou de introduzir variantes que aumentam o *fitness* da população local, o que favorece a fixação e distribuição desses novos traços ao longo do tempo.

Outro exemplo de migração cultural, amplamente estudado na etnobiologia, consiste no sistema médico ocidental, que contém centros de saúde onde fármacos industriais são distribuídos em sistemas médicos locais baseados em plantas medicinais, sistemas estes que possuem concepções particulares sobre o que é um estado enfermo. Diversos estudos sugerem que a migração da biomedicina para um sistema médico

local tem um impacto negativo na informação medicinal preexistente (Giovannini *et al.* 2011; Mathez-Stiefel *et al.* 2012). No entanto, se os resultados de tais estudos forem analisados em uma perspectiva evolutiva, talvez a interpretação desse impacto não seja vista de forma negativa para as populações locais. Por exemplo, se os fármacos industriais representam uma vantagem para a população, aumentando o *fitness* cultural ou biológico, e se são compatíveis com o sistema preexistente, encaixando-se nas definições de doença e saúde, os dois sistemas médicos, local e ocidental, podem coexistir – ver pluralismo medicinal em Singer & Baer (2012) e Ferreira Júnior *et al.* (2016). Outros estudos etnobiológicos, embora originalmente não partam da abordagem evolutiva, têm abordado novas questões sobre migração (Tabela 4).

Seleção cultural e deriva cultural: competição ou acaso na evolução cultural

Assim como a informação sofre determinados processos que levam a variações dos traços culturais, outros processos podem beneficiar alguns desses variados traços culturais em detrimento de outros. Todos esses processos figuram como essenciais para que a cultura seja adaptativa (Boyd & Richerson 1985; Enquist *et al.* 2007). Modelos matemáticos indicam que a transmissão de traços culturais deve ser seletiva para que a cultura seja adaptativa; do contrário, não haveria vantagem em sistemas culturais comparados a sistemas de aprendizagem individual (Rogers 1988). Nos exemplos de estudos de redundância de recursos mencionados anteriormente, é possível perceber que, apesar de terem a mesma função, alguns recursos redundantes são preferidos em detrimento de outros (Albuquerque & Oliveira 2007; Voeks 2007; Ferreira Júnior *et al.* 2012; Nascimento *et al.* 2015; Santoro *et al.* 2015). A partir da perspectiva da evolução cultural, essa preferência reflete a competição por expressão: um traço cultural preferido é simplesmente um traço mais atrativo em determinado sistema socioecológico. Quando um indivíduo indica sua preferência por uma espécie, isso ocorre porque a informação sobre o uso dessa espécie tem sua memorização e expressão priorizada na memória do indivíduo em detrimento de informações sobre outras espécies

com a mesma função (redundantes). Essa priorização reflete a seleção cultural, que resulta de vieses na cópia e no armazenamento de traços culturais específicos.

Diversos tipos de vieses responsáveis pela seleção cultural têm sido descritos (Boyd & Richerson 1985; Mesoudi 2011; Rendell *et al.* 2011), sendo possível categorizá-los principalmente em vieses de conteúdo e de contexto. Vieses de conteúdo consideram a atratividade intrínseca do traço em si, ou seja, o próprio conteúdo. Por vieses psicológicos que os seres humanos adquiriram muitas vezes por meio da evolução biológica (medo de cobra, por exemplo), algumas informações são naturalmente mais atrativas que outras (Richerson & Boyd 2005; Mesoudi 2011), sinalizando um viés de conteúdo. Já os vieses de contexto indicam que a cópia de traços culturais depende do ambiente de aprendizagem, das condições/experiências de vida do indivíduo (por exemplo, da frequência do traço na população do indivíduo) ou do sucesso do indivíduo (modelo) que possui o traço (viés de sucesso) (Mesoudi 2011; Rendell *et al.* 2011).

A maneira como os vieses de conteúdo influenciam a dinâmica de traços em uma população pode ser ilustrada pelas preferências intrínsecas que diferentes grupos humanos têm em comum quando copiam uma informação, como a preferência por copiar informações que evocam nojo ou asco (Heath *et al.* 2001) e a preferência por transmitir informação social em detrimento de informação não social (Mesoudi *et al.* 2006). Esse tipo de viés está muito ligado ao conceito de memória adaptativa (Klein *et al.* 2002; Nairne *et al.* 2007; Nairne & Pandeirada 2008), um conceito extremamente relevante para o programa de investigação em etnobiologia evolutiva (Albuquerque & Ferreira Júnior 2016). De acordo com essa perspectiva, a memória evoluiu para fornecer informações úteis e oportunas para as pessoas em sistemas de tomada de decisão; assim informações que, de alguma forma, são mais vantajosas tendem a ser priorizadas. No entanto, o *fitness* diferencial pode variar entre indivíduos ou grupos humanos, de modo que uma característica que parece mais vantajosa para uma pessoa ou grupo não é necessariamente adaptativa no contexto cultural para outra pessoa ou grupo.

Para explicar os vieses de conteúdo (a atratividade de um traço cultural), Mesoudi (2011) chama atenção para o que Rogers (1995) denomina “atributos de inovações e sua taxa de adoção”. Segundo Rogers (1995), uma inovação será adotada se: for vantajosa em relação a outras informações; for compatível com o sistema preexistente; e for testável e observável pelas pessoas. Em estudos etnobiológicos, podemos observar várias características de traços culturais atrativos que guiam as preferências de traços culturais sobre plantas úteis. Por exemplo, Ferreira Júnior *et al.* (2011) mostraram que as plantas medicinais indicadas como preferidas eram também percebidas como as mais eficazes no tratamento das enfermidades. Santoro *et al.* (2015) complementaram esses dados com suas observações, evidenciando que algumas populações locais possuem um acervo de traços culturais sobre tratamento das enfermidades que incluem plantas do sistema médico local e medicamentos industriais provindos do sistema biomédico e que, na ausência das espécies medicinais preferidas, os integrantes dessas populações ainda indicavam preferir outras plantas consideradas pouco importantes, mesmo quando os medicamentos industriais estavam disponíveis. Isso mostra que a informação vinda de outro sistema médico (biomédico) pode ser incompatível com os sistemas médicos locais, fazendo com que não sejam priorizadas pelas pessoas. Em um estudo acerca de plantas usadas para combustível, Ramos *et al.* (2008) descobriram que as pessoas tendem a compartilhar mais traços culturais sobre as plantas com maiores valores combustíveis (altamente eficazes na produção de calor) do que sobre as plantas com menores valores combustíveis (com baixa eficiência na produção de calor).

Esses estudos mencionados não abordam a preferência no contexto da evolução cultural, motivo pelo qual só podemos supor que as características de preferência indiquem vieses de conteúdo. Uma questão importante que surge desses resultados é se as pessoas estão cientes de suas escolhas de preferência. Em um estudo acerca de plantas usadas para alimentação, por exemplo, Henrich & Henrich (2010) observaram que as mulheres grávidas evitavam comer peixes com potencial venenoso, os quais podem causar abortos espontâneos, sem explicitamente entender esse vínculo. Elas simplesmente copiavam tal informação de

outros indivíduos (ou seja, modelos, que geralmente são membros da família ou especialistas) sem entender a razão para evitar especificamente esse tipo de comida. Nesse caso, o comportamento de cópia não é guiado pelo conteúdo da informação, mas pelo contexto. O estado reprodutivo da gestante pode ser o contexto que predispõe a cópia da informação (Rendell *et al.* 2011); entretanto, nesse estudo o viés de contexto que guia a cópia do traço cultural se baseia mais no modelo, ou seja, na pessoa que possui a informação.

Nesse sentido, alguns estudos evidenciaram que a transmissão da informação depende de modelos que mostram ter grande sucesso em um tipo de informação (Henrich & White 2001; Henrich & Broech 2011). A seleção do modelo a ser copiado geralmente ocorre antes que o conteúdo da informação e suas vantagens e desvantagens sejam conhecidas (Mesoudi 2011). Nesses casos, a cópia de informações de pessoas bem-sucedidas em um domínio cultural particular (modelo baseado no sucesso) pode ser adaptativa, porque a experiência indica que a pessoa é especialista ou possui um bom conhecimento sobre o assunto. Assim, em uma sociedade sustentada pela caça, por exemplo, a melhor maneira de aprender sobre a caça é copiando as ações dos caçadores que trabalham há mais tempo com essa atividade, porque eles podem direcionar as melhores estratégias para garantir uma caça bem-sucedida. No entanto, algumas vezes, pode-se utilizar um modelo experiente em um domínio cultural para copiar informações de outros domínios culturais que não tenham nenhuma relação com a experiência do modelo, devido ao grande prestígio que determinadas pessoas têm ao exercer sua atividade dentro do seu domínio cultural (viés de modelo baseado no prestígio). A título de exemplo, é possível citar um estudo feito nas ilhas Fiji que mostrou que pessoas reconhecidas como pescadores experientes podem ser usadas como modelo para cópias de informação que não tenha relação com a pesca, como exemplo é o caso dos domínios sobre agricultura de subsistência (Henrich & Broech 2011).

Não só o sucesso ou o prestígio em determinada área pode guiar os vieses de contexto dependentes de modelo, mas também o grau de parentesco (preferência por copiar pessoas mais próximas à família), a idade (preferência por copiar informações de pessoas mais velhas) e o

gênero (preferência por copiar informações de pessoas do mesmo gênero) (Rendell *et al.* 2011). Como exemplo, podemos citar muitos estudos da etnobiologia sobre plantas medicinais que sugerem que a transmissão de conhecimento desse domínio cultural é fortemente influenciada pelo viés de contexto dependente do grau de parentesco do modelo, mostrando que esse tipo de conhecimento é geralmente aprendido com os pais (Zarger & Stepp 2004; Lozada *et al.* 2006; Eyssartier *et al.* 2008; Reyes-García *et al.* 2009; Soldati *et al.* 2015).

Além disso, a literatura etnobiológica está repleta de exemplos que mostram a discrepância de conhecimento ecológico local em pessoas com diferentes idades – em que pessoas mais velhas possuem mais conhecimento (Hanazaki *et al.* 2000; Almeida *et al.* 2012); níveis educacionais – em que pessoas de maior nível educacional possuem menos conhecimento (Medeiros *et al.* 2011); e gênero – em que mulheres detêm mais conhecimento em contextos culturais específicos (Bingeman 2003; Arias-Toledo *et al.* 2007; González *et al.* 2011; Medeiros *et al.* 2011; Torres-Avilez *et al.* 2016). Esses parâmetros também podem ser usados para verificar a tendência de um grupo humano em usar modelos de determinado gênero, idade ou nível educacional ao copiar informações. A Tabela 4 apresenta várias possíveis questões que surgem desses estudos. Pfeiffer & Butz (2005), por exemplo, sugerem que, quando há disparidade de conhecimento entre os gêneros, as variações de conhecimento podem ser fortemente influenciadas pela diferença na transmissão do conhecimento, que favorece determinado gênero, o que pode ser explicado pelo viés de contexto baseado no gênero do modelo.

Já quando não há um modelo evidente a ser copiado nem outras indicações sobre o conteúdo do traço cultural, as pessoas tendem a copiar o que a maioria dos indivíduos faz (Bond & Smith 1996; Henrich & Boyd 1998; Richerson & Boyd 2005; Molleman *et al.* 2014). Essa tendência é denominada viés de conformidade (considerado um tipo de viés de contexto por Rendell *et al.* 2011) e assume que, se uma pessoa não sabe como agir, é mais vantajoso copiar o comportamento da maioria. De fato, se a maioria das pessoas usa determinada informação, é mais provável que essa informação não ofereça grandes prejuízos, embora muitos traços mal-adaptados possam prevalecer por conta desse viés, assunto

que discutiremos no próximo capítulo. O viés de conformidade pode ser observado quando a frequência de copiar a maioria excede o que seria esperado probabilisticamente se houvesse cópia aleatória (que estatisticamente já favoreceria a maioria) (Richerson & Boyd 2005). O oposto dessa tendência também pode ocorrer quando as pessoas priorizam o traço cultural menos disseminado na população, fenômeno chamado de anticonformidade.

É importante notar que a fixação, extinção ou variação em frequência de um traço cultural pode ocorrer não só pelos processos de seleção cultural descritos anteriormente, mas também por processos completamente randômicos, que, em uma analogia com a deriva genética, são denominados deriva cultural. Um traço cultural pode ser introduzido em uma população por mutação cultural (erros aleatórios), variação guiada ou migração, sem sofrer nenhum tipo de seleção cultural, mas variar amplamente em frequência, podendo se fixar ou ser extinto por processos completamente estocásticos (Mesoudi 2011). Os traços que variam por deriva genética podem ser vantajosos, neutros ou deletérios, e, assim como na deriva genética, quanto menor for o tamanho populacional, mais rápido e drástico será o efeito da deriva cultural. Apesar de parecer improvável que eventos estocásticos possam guiar a frequência de traços culturais em uma população, uma vez que há inúmeros processos responsáveis pela seleção cultural, alguns estudos têm mostrado que certos traços, como a escolha do nome de bebês e a frequência de citação de patentes nos Estados Unidos, seguem o padrão esperado por deriva cultural (Hahn & Bentley 2003; Bentley *et al.* 2004).

A hereditariedade na evolução cultural: a transmissão de traços culturais

A transmissão cultural talvez consista no processo microevolutivo mais estudado na etnobiologia (ver Ladio & Lozada 2004; Eyssartier *et al.* 2008; Reyes-García *et al.* 2009; Mathez-Stiefel *et al.* 2012; Soldati *et al.* 2015). No entanto, esses estudos apresentam diferentes pontos de vista sobre o ensino e a aprendizagem, o que resulta em diferenças metodológicas e analíticas.

Alguns estudos caracterizaram a aprendizagem como um processo complexo em que os indivíduos se tornam competentes em determinada habilidade cultural. A esse respeito, Bock (2002), por exemplo, observa que o desenvolvimento de competência para uma tarefa específica ocorre a partir de um *trade-off* entre o investimento de energia no desenvolvimento de características corporais e o investimento em experiências de aprendizagem. Essa perspectiva é semelhante ao modelo de aprendizagem proposto por Ruddle e Chesterfield (1977), que descreve que a aprendizagem de uma habilidade complexa ocorre por meio de uma sequência de tarefas diferentes, que começam com simples tarefas mediadas por eventos de tentativas e erros. Já outros estudos percebem a aprendizagem como o resultado de eventos específicos de transmissão de informação (Reyes-García *et al.* 2009; Lozada *et al.* 2006). Soldati *et al.* (2015), por exemplo, investigaram se as estratégias de aprendizagem são influenciadas pelas características do ambiente onde as pessoas vivem, quantificando, para isso, as informações de aprendizado e concluindo que a aprendizagem ocorre em eventos específicos durante a vida dos informantes.

De acordo com a evolução cultural, a transmissão cultural pode ocorrer por três vias: *vertical*, de pais para filhos, como é o caso da transmissão genética; *horizontal*, entre indivíduos de uma mesma geração; e *oblíqua*, entre indivíduos de gerações diferentes, mas não parentais (Cavalli-Sforza & Feldman 1981; Mesoudi 2011). O alcance dessas vias de transmissão está relacionado com a abrangência possível de cada via. As vias horizontal e oblíqua, por exemplo, têm um alcance muito maior que a via vertical, porque uma só informação pode circular entre todos os indivíduos de uma mesma geração ou de gerações distintas (Cavalli-Sforza & Feldman 1981). Hewllett e Cavalli-Sforza (1986) subdividiram essas vias de transmissão em dois tipos de alcance: *um para muitos* e *muitos para um*. Na transmissão de *um para muitos*, os traços são transmitidos de um modelo influente, como um líder, um professor ou a mídia (televisão, rádio e internet), para múltiplos indivíduos em um grupo, considerados aprendizes. Já na transmissão de *muitos para um*, geralmente os membros mais velhos de um grupo ensinam algo apenas para determinado indivíduo selecionado (transmissão oblíqua). Além disso,

o alcance da transmissão vertical é limitado ao número de filhos e netos que uma pessoa tem (Cavalli-Sforza & Feldman 1981), podendo, inclusive, ter o alcance *de um para um* (Tabela 3).

Os estudos etnobiológicos sobre plantas medicinais averiguaram que esses traços culturais são transmitidos principalmente pela via vertical (Zarger & Stepp 2004; Lozada *et al.* 2006; Eyssartier *et al.* 2008; Reyes-García *et al.* 2009; Soldati *et al.* 2015), o que, como já mencionamos, pode refletir um viés de contexto baseado no grau de parentesco do modelo. Essa forma de transmissão sugere que o conhecimento acerca de plantas medicinais varia pouco ao longo do tempo. Enquanto a transmissão vertical é tipicamente mais conservativa, porque o acúmulo de mudanças só pode ocorrer após a passagem de mais de uma geração, as vias horizontal e oblíqua têm amplo alcance e podem promover rápidas mudanças em uma só geração, o que pode ser observado nas céleres alterações que ocorrem em traços culturais transmitidos pela mídia.

Esse achado sobre a transmissão vertical do conhecimento médico local se baseia em entrevistas “retrospectivas”, que buscam fazer com que os informantes lembrem a fonte da qual aprenderam informações sobre o uso de plantas medicinais. No entanto, tem sido visto que as pessoas tendem a superestimar o aprendizado dos pais quando se deparam com esse tipo de pergunta em uma entrevista (Aunger 2000; Eyssartier *et al.* 2008; McElreath & Strimling 2008; Henrich & Broesch 2011; Hewlett *et al.* 2011). A esse respeito, Henrich & Broesch (2011), no mesmo estudo realizado nas ilhas Fiji referido anteriormente, verificaram que o primeiro contato com a medicina local é feito na infância, via transmissão vertical, e que, ao longo da vida, diversos novos conhecimentos são adquiridos via transmissão oblíqua e horizontal (permitindo uma maior dinâmica do conhecimento médico local) – apesar disso, a entrevista retrospectiva acessa somente as primeiras fontes de conhecimento, isto é, os pais.

Além das vias e do alcance, um importante aspecto do estudo da transmissão cultural na perspectiva da evolução cultural é o mecanismo de transmissão. De acordo com Mesoudi (2011), os traços culturais podem ser transmitidos pelo mecanismo *particulado*, em que um traço é transmitido em sua totalidade, ou pelo mecanismo *mesclado* (ou

blending, em inglês), em que um indivíduo pode simultaneamente adotar proporções diferentes de dois traços competitivos (Tabela 3). O mecanismo particulado assemelha-se ao que ocorre na transmissão de genes, em que a informação é transmitida em unidades discretas. A informação de que a planta “aroeira” serve para tratar o alvo terapêutico “ferida”, por exemplo, pode ser categorizada em uma unidade “aroeira-ferida”, possibilitando que esse traço cultural seja transmitido de um indivíduo para outro em um sistema médico local sem nenhuma interferência de outra fonte. Assim, as pessoas podem transmitir fielmente essas informações umas para as outras sem interferência de outra fonte. A abordagem de unidades discretas de informação cultural tem sido amplamente utilizada em memética (Dawkins 1979), abordagem em que a evolução cultural pode ser vista a partir de uma perspectiva neodarwiniana.

O mecanismo *blending* pode ser entendido quando consideramos os processos transformativos por meio dos quais a informação cultural é transmitida: a transmissão reflete um gradiente de variação em que cada traço pode ser expresso em certo grau de variação. Voltando à analogia com a evolução biológica, podemos comparar o mecanismo *blending* ao que ocorre na transmissão de variações fenotípicas, em que fenótipos intermediários podem resultar da dominância parcial de determinado gene ou da codominância de dois genes (Klug *et al.* 2012), já que é comum que as pessoas unam informações culturais que adquiriram de fontes distintas antes de transmitir determinado traço cultural.

Um exemplo de transmissão cultural pelo mecanismo *blending* é o que ocorre com o sistema de crenças de um grupo indígena após a colonização. Usualmente, o grupo indígena adquire (voluntariamente ou não) conhecimentos sobre o cristianismo e passa a transmitir conhecimentos que unem dogmas do cristianismo a aspectos das crenças locais, mesclando informações de ambos os sistemas religiosos, de forma que, muitas vezes, é impossível discriminar a origem de cada traço cultural. Sabemos que a perspectiva do mecanismo *blending* depende também da postura do pesquisador ao analisar a transmissão cultural, pois mesmo variações contínuas causadas por transmissão *blending* podem ser analisadas em unidades discretas em alguns casos específicos (assim como as variações fenotípicas também podem ser estudadas de maneira

discreta). Naturalmente, para transformar traços culturais que resultam de transmissão *blending* – e que, portanto, refletem continuidade – em traços discretos, é necessário coletar uma grande quantidade de dados contínuos. Essa transformação, embora possa auxiliar principalmente a realização de análises estatísticas, também leva à perda de informação, devendo, portanto, ser avaliada quanto às suas vantagens e desvantagens.

Neste capítulo, não pretendemos nos aprofundar na polêmica instaurada pelo embate entre a visão de que a transmissão cultural é um mecanismo preservativo, em que traços discretos são transmitidos com alta fidelidade, e a visão de que a informação é reconstruída a cada vez que é transmitida, o que ocorre como resultado de transmissão *blending* – para essa discussão, ver Acerbi & Mesoudi (2015). No entanto, devemos esclarecer que, em nosso trabalho, não adotamos a perspectiva neodarwiniana para compreender a evolução cultural; nós preferimos a perspectiva darwiniana. Portanto, consideramos que um traço cultural (discreto ou não) é um aspecto do fenótipo humano, constituindo a base para a análise da evolução humana. Assim, a evolução ocorre no nível do organismo, e não no nível do replicador (a informação), seja um gene ou um traço cultural. Entendemos, desse modo, que os estudos etnobiológicos geralmente se concentram na transmissão de traços particulados, porque muitas vezes é difícil, se não impossível, coletar e analisar grandes quantidades de dados contínuos, como no caso de traços transmitidos pelo mecanismo *blending*. Podemos citar como um exemplo bem estudado a transmissão particulada de traços discretos de “alvo terapêutico-plantas medicinais” nas investigações sobre plantas medicinais.

Considerações finais

Neste capítulo, apresentamos os pressupostos da evolução cultural e sugerimos adotar essa perspectiva para entender os resultados de estudos etnobiológicos. Discutimos aqui o potencial da evolução cultural como quadro teórico e explanatório para melhor interpretar os processos evolutivos que afetam os sistemas socioecológicos. Compreender tais

processos é fundamental para traçar predições sobre o comportamento desses sistemas ao longo do tempo, a fim de verificar suas vulnerabilidades e sua sustentabilidade. Em nosso texto, mencionamos exemplos de como a etnobiologia já vem focando aspectos que dialogam com a evolução cultural e resumizamos na Tabela 4 alguns estudos que evidenciam diversos processos e fatores que podem afetar a evolução de sistemas socioecológicos. Essa tabela destaca possíveis contribuições da evolução cultural nas discussões da etnobiologia evolutiva e futuras oportunidades de pesquisa unindo as duas áreas de estudo, além de mostrar evidências empíricas dos pressupostos da evolução cultural. Reforçamos, por fim, que a etnobiologia pode gerar novos conhecimentos sobre os processos de evolução cultural, servindo como evidência empírica de evolução cultural, e que a evolução cultural pode auxiliar a obter um entendimento mais amplo das hipóteses presentes na etnobiologia, tanto das novas quanto das já bastante trabalhadas.

Tabela 4. Alguns fatores que afetam a distribuição e/ou a transmissão de conhecimento em sistemas socioecológicos, e as possíveis contribuições da teoria da evolução cultural.

Fatores que influenciam o conhecimento e uso de recursos naturais	Questões centrais que vem sendo trabalhadas na etnobiologia	Exemplo de trabalhos com esse enfoque	Contribuições da teoria da evolução cultural para o entendimento dessas questões	Questionamentos para futuros estudos
Migração populacional	Como varia o repertório de conhecimento de populações migrantes nos novos ambientes por elas ocupados?	Pieroni <i>et al.</i> (2005); Volpato <i>et al.</i> (2009); Medeiros <i>et al.</i> (2012)	A migração humana promove a migração de traços culturais e aumenta a variação desses traços; a migração também pode homogeneizar culturalmente uma população.	Quais são os principais vieses de transmissão que influenciam populações migrantes ao ocuparem o novo ambiente? Qual é a importância evolutiva da migração dêmica para populações migrantes e para aquelas que recebem os imigrantes?
Gênero	Em uma mesma população humana, o conhecimento ecológico tradicional varia entre os gêneros?	Bingeman (2003); González <i>et al.</i> (2011); Almeida <i>et al.</i> (2012); Díaz-Reviriego <i>et al.</i> (2016); Torres-Aviléz <i>et al.</i> (2016).	Os vieses do modelo podem levar os indivíduos a copiar apenas pessoas do mesmo gênero ou do gênero oposto.	Existem traços culturais que são preferencialmente copiados de mulheres ou de homens? Há maior homogeneidade de conhecimento em um gênero e maior heterogeneidade entre gêneros?

Fatores que influenciam o conhecimento e uso de recursos naturais	Questões centrais que vem sendo trabalhadas na etnobiologia	Exemplo de trabalhos com esse enfoque	Contribuições da teoria da evolução cultural para o entendimento dessas questões	Questionamentos para futuros estudos
Idade	Os idosos possuem maior conhecimento ecológico local? Esse fenômeno resulta em perda de informação na população ao longo do tempo?	Hanazaki <i>et al.</i> (2000); Almeida <i>et al.</i> (2012).	Vieses do modelo podem levar pessoas a copiar somente de pessoas mais velhas, porque a idade e a experiência de vida proporcionam uma estrutura de conhecimento mais forte. No entanto, as pessoas mais jovens podem possuir menos traços culturais, instaurando um fenômeno que pode representar mudanças graduais no repertório de informações, e não menos conhecimento.	Existem traços culturais específicos que são transmitidos por vieses de contexto baseado na idade? Existe heterogeneidade entre os traços culturais das diferentes faixas etárias? Traços culturais transmitidos pelos mais velhos têm menor <i>fitness</i> adaptativo em relação ao ambiente atual?
Etnia	Etnias diferentes desenvolvem modos distintos de se relacionar com os recursos ao seu redor?	Case <i>et al.</i> (2005); Pieroni <i>et al.</i> (2011).	Vieses de conformidade e modelo podem levar à homogeneização de traços culturais em uma etnia, ocasionando a heterogeneidade de conhecimento entre etnias distintas. Já os vieses relacionados ao conteúdo levam à homogeneização de traços culturais entre diferentes grupos étnicos.	Traços culturais ligados a vieses de modelo são mais distintos entre etnias que compartilham o mesmo ambiente do que traços culturais selecionados por vieses de conteúdo?

Fatores que influenciam o conhecimento e uso de recursos naturais	Questões centrais que vem sendo trabalhadas na etnobiologia	Exemplo de trabalhos com esse enfoque	Contribuições da teoria da evolução cultural para o entendimento dessas questões	Questionamentos para futuros estudos
Renda	A renda influencia a maior ou menor dependência dos recursos naturais, refletindo em diferenças no conhecimento?	Godoy <i>et al.</i> (1995); Lacuna-Richman (2002).	Vieses de contexto movem pessoas a escolherem informações mais adaptativas ao seu estado atual ou à situação vivenciada. Dessa forma, diferenças na renda refletem diferenças de prioridade de seleção de traços culturais, gerando heterogeneidade na população. Pessoas de maior renda podem ser vistas como pessoas de prestígio dentro de uma população humana, de modo que, por intermédio de vieses de modelo, poderiam ter seus traços culturais escolhidos para a cópia pelo restante da população.	Pessoas com alta renda dentro de uma população humana podem ser vistas como modelos para a cópia de informação adaptativa? Traços culturais que remetem a pessoas de baixa renda tendem a ser menos copiados dentro do sistema do que aquelas que remetem a pessoas de alta renda?
Escolaridade	O acesso a maiores níveis de escolaridade interfere no conhecimento ecológico local?	Medeiros <i>et al.</i> (2011).	Maiores níveis de escolaridade refletem o acesso a novos traços culturais, que permitem à pessoa desempenhar novas ocupações. Na nova situação, os traços culturais ligados ao uso dos recursos naturais podem vir a ser menos competitivos, devido aos vieses de contexto.	A promoção da escolaridade formal em populações humanas pode vir a causar o declínio de traços culturais ligados ao uso dos recursos naturais?

Fatores que influenciam o conhecimento e uso de recursos naturais	Questões centrais que vem sendo trabalhadas na etnobiologia	Exemplo de trabalhos com esse enfoque	Contribuições da teoria da evolução cultural para o entendimento dessas questões	Questionamentos para futuros estudos
Urbanização	A urbanização acarreta a introdução de novos conhecimentos e serviços que podem promover a diminuição do conhecimento sobre os recursos naturais?	Vandebroek <i>et al.</i> (2004); Reyes-García <i>et al.</i> (2013).	A urbanização introduz variação de traços culturais no sistema. Muitos destes ocupam domínios culturais semelhantes aos dos traços culturais ligados ao uso dos recursos naturais, sendo muitas vezes favorecidos nos processos de seleção cultural.	Como a introdução de novos traços culturais advindos da urbanização pode influenciar os sistemas socioecológicos? Essas informações, de fato, ocupam os mesmos domínios culturais?
Percepção humana	Como a percepção humana sobre o ambiente afeta os recursos que serão conhecidos ou utilizados?	Quinn <i>et al.</i> (2003); Silva <i>et al.</i> (2010).	A percepção sobre o ambiente pode levar as pessoas a seguirem diferentes vieses e vias de transmissão ao adquirirem uma informação. A percepção afeta os mecanismos usados pelas pessoas para reconhecerem as informações mais adaptativas.	De que forma a percepção das pessoas sobre um recurso ou traço cultural interfere na cópia da informação? Recursos naturais percebidos de modo semelhante por populações humanas são usados para os mesmos fins?

Fatores que influenciam o conhecimento e uso de recursos naturais	Questões centrais que vem sendo trabalhadas na etnobiologia	Exemplo de trabalhos com esse enfoque	Contribuições da teoria da evolução cultural para o entendimento dessas questões	Questionamentos para futuros estudos
Transmissão do conhecimento	Como ocorre o processo de transmissão do conhecimento? E como as diferentes vias de transmissão podem gerar mudanças no conhecimento?	Lozada <i>et al.</i> (2006); Reyes-García <i>et al.</i> (2009); Soldati <i>et al.</i> (2015).	As diferentes vias de transmissão promovem diferenças quanto à velocidade de difusão de uma informação dentro de um sistema.	Como se comporta a transmissão de conhecimento em diferentes ambientes? Quais traços culturais são alterados com maior frequência e quais são mais conservativos? Se essas vias permanecerem sendo predominantes no sistema, como o conhecimento nesse sistema vai se comportar ao longo do tempo?

Referências

- Abreu DBO, Santoro FR, Albuquerque UP, Ladio AH, Medeiros PM. 2015. Medicinal plant knowledge in a context of cultural pluralism: A case study in Northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology* 175: 124-130.
- Acerbi A, Mesoudi A. 2015. If we are all cultural Darwinians what's the fuss about? Clarifying recent disagreements in the field of cultural evolution. *Biology & Philosophy* 30: 481-503.
- Albuquerque UP. 2006. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2: 1-30.
- Albuquerque UP, Ferreira Júnior WS. 2017. What Do We Study in Evolutionary Ethnobiology? Defining the Theoretical Basis for a Research Program. *Evolutionary Biology* 14. doi: 10.1007/s11692-016-9398-z.
- Albuquerque UP, Medeiros PM. 2013. What is evolutionary ethnobiology? *Ethnobiology and Conservation* 2: 1-4.
- Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. 2015. Evolutionary ethnobiology. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. Switzerland, Springer. p. 1-5.
- Albuquerque UP, Oliveira RF. 2007. Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? *Journal of Ethnopharmacology* 113: 156-170.
- Alencar NL, Santoro FR, Albuquerque UP. 2014. What is the role of exotic medicinal plants in local medical systems? A study from the perspective of utilitarian redundancy. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 24: 506-515.
- Almeida CFCBR, Ramos MA, Silva RRV, *et al.* 2012. Intracultural variation in the knowledge of medicinal plants in an urban-rural community in the Atlantic forest from northeastern Brazil. *Evidence-based complementary and alternative medicine* 2012. doi: 10.1155/2012/679373.
- Arias-Toledo B, Colantonio SE, Galetto L. 2007. Knowledge and use of food and medicinal plants in two populations from the Chaco, Cordoba province, Argentina. *Journal of Ethnobiology* 27: 218-232.
- Aunger R. 2000. The Life History of Culture Learning in a Face-to-Face Society. *Ethos* 2000: 445-481.
- Barret RDH, Schluter D. 2007. Adaptation from standing genetic variation. *Trends in Ecology & Evolution* 23: 38-44.
- Bentley RA, Hahn MW, Shennan SJ. 2004. Random drift and culture change. *Proceedings of the Royal Society B* 271: 1443-1450.
- Bingeman K. 2003. Women's participation in forest management decisions in the Upper Kullu Valley, Himachal Pradesh, India. *Himalayan Research Bulletin* 21: 53-61.

- Bock J. 2002. Learning, life history and productivity: children's lives in the Okavango Delta, Botswana. *Human Nature* 13: 161-197.
- Bond R, Smith PB. 1996. Culture and Conformity: A Meta-Analysis of Studies Using Asch's (1952b, 1956) Line Judgment Task. *Psychological Bulletin* 119: 111-137.
- Boyd R, Richerson PJ, Henrich J. 2011. The cultural niche: why social learning is essential for human adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 10918-10925.
- Boyd R, Richerson PJ. 1985. *Culture and the evolutionary process*. Chicago, University of Chicago Press.
- Case RJ, Pauli GF, Soejarto DD. 2005. Factors in maintaining indigenous knowledge among ethnic communities of Manus Island. *Economic Botany* 59: 356-365.
- Cavalli-Sforza LL, Feldman M. 1981. *Cultural transmission and evolution: a quantitative approach*. New Jersey, Princeton University Press.
- Cook JL, Den Ouden HEM, Heyes CM, Cools R. 2014. The social dominance paradox. *Current Biology* 24: 2812-2816.
- Darwin C. 1968. *The origin of species*. London, Penguin.
- Dawkins R. 1979. *The Selfish Gene*. Oxford, Oxford University Press.
- Díaz-Reviriego I, Fernández-Llamazares A, Salpeteur M, Howard PL, Reyes-García V. 2016. Gendered medicinal plant knowledge contributions to adaptive capacity and health sovereignty in Amazonia. *Ambio* 45: 263-275.
- Enquist M, Eriksson K, Ghirlanda S. 2007. Critical Social Learning: a solution to Roger's Pradox of non adaptative Culture. *American Anthropologist* 109: 727-734.
- Eyssartier C, Ladio AH, Lozada M. 2008. Cultural Transmission of Traditional Knowledge in two populations of North-western Patagonia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 4: 25-33.
- Ferreira Júnior WS, Santoro FR, Albuquerque UP. 2016. Urbanization, Modernization and Nature Knowledge. In: Albuquerque UP, Alves RRN. (eds.) *Introduction to Ethnobiology*. New York, Springer. p. 251-256.
- Ferreira Júnior WS, Siqueira CFQ, Albuquerque UP. 2012. Plant stem bark extractivism in the northeast semiarid region of Brazil: a new aport to utilitarian redundancy model. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2012: 1-11.
- Futuyma DJ. 1998. *Evolutionary Biology*. Sunderland, Sinauer Associates.
- Giovannini P, Reyes-García V, Waldstein A, Heinrich M. 2011. Do Pharmaceuticals Displace Local Knowledge and Use of Medicinal Plants? Estimates from a Cross-Sectional Study in a Rural Indigenous Community, Mexico. *Social Science & Medicine* 72: 928-936.
- Godoy R, Brokaw N, Wilkie D. 1995. The effect of income on the extraction of non-timber tropical forest products: model, hypotheses, and preliminary findings from the Sumu Indians of Nicaragua. *Human Ecology* 23: 29-51.

- González JA, García-Barriuso M, Amich F. 2011. The consumption of wild and semi-domesticated edible plants in the Arribes del Duero (Salamanca-Zamora, Spain): an analysis of traditional knowledge. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58: 991-1006.
- Hahn MW, Bentley RA. 2003. Drift as a mechanism for cultural change. *Proceedings of the Royal Society B* 270: S120-S123.
- Hanazaki N, Tamashiro J, Leitão-Filho HF, Begossi A. 2000. Diversity of plant uses in two Caiçara communities from the Atlantic Forest coast, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 9: 597-615.
- Heath C, Bell C, Sternberg E. 2001. Emotional selection in memes: The case of urban legends. *Journal of Personality and Social Psychology* 81: 1028-1041.
- Hedrick PW, Ginevan ME, Ewing EP. 1976. Genetic polymorphism in heterogeneous environments. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 7: 1-32.
- Henrich J, Boyd R. 1998. The Evolution of Conformist Transmission and the Emergence of Between-Group Differences. *Evolution and Human Behavior* 19: 215-241.
- Henrich J, Broesch J. 2011. On the nature of cultural transmission networks: evidence from Fijian villages for adaptive learning biases. *Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366: 1139-1148.
- Henrich J, Henrich N. 2010. The evolution of cultural adaptations: Fijian food taboos protect against dangerous marine toxins. *Proceedings of the Royal Society B* 277: 3715-3724. doi: 10.1098/rspb.2010.119.
- Henrich J, White FG. 2001. The evolution of prestige: freely conferred deference as a mechanism for enhancing the benefits of cultural transmission. *Evolution and Human Behavior* 22: 165-196.
- Hewlett BS, Cavalli-Sforza LL. 1986. Cultural transmission among Aka Pygmies. *American Anthropology* 88: 922-934.
- Hewlett BS, Fouts HN, Boyette AH, Hewlett BL. 2011. Social Learning among Congo basin hunter-gatherers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366: 1168-1178.
- Klein SB, Cosmides L, Tooby J, Chance S. 2002. Decisions and the evolution of memory: multiple systems, multiple functions. *Psychological Review* 109: 306-329.
- Klug WS, Cummings MR, Spencer CA, Palladino MA. 2012. *Concepts of Genetics*. Boston, Pearson.
- Lacuna-Richman C. 2002. The socioeconomic significance of subsistence non-wood forest products in Leyte, Philippines. *Environmental Conservation* 29: 253-262.
- Lacuna-Richman C. 2006. The use of non-wood forest products by migrants in a new settlement: experiences of a Viasayan community in Palawan, Philippines. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2: 1-36.

- Laland K, Uller T, Feldman M, *et al.* 2014. Does evolutionary theory need a rethink? *Nature* 514: 161-164.
- Ladio AH, Lozada M. 2004. Patterns of use and knowledge of wild edible plants in distinct ecological environments: a case study of a Mapuche community from northwestern Patagonia. *Biodiversity and Conservation* 3: 1153-1173.
- Lozada M, Ladio A, Weigandt M. 2006. Cultural Transmission of Ethnobotanical Knowledge in a Rural Community of Northwestern Patagonia, Argentina. *Economic Botany* 60: 374-385.
- Mathez-Stiefel SL, Vandebroek I, Rist S. 2012. Can Andean Medicine Coexist with Biomedical Healthcare? A Comparison of Two Rural Communities in Peru and Bolivia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8: 1-26.
- McElreath R, Strimling P. 2008. When natural selection favors imitation of parents. *Current Anthropology* 49: 307-316.
- McGeoch JA, McDonald WT. 1931. Meaningful relation and retroactive inhibition. *American Journal of Psychology* 43: 579-588.
- Medeiros PM, Silva TC, Almeida ALS, Albuquerque UP. 2011. Socio-economic predictors of domestic wood use in an Atlantic forest area (northeast Brazil): a tool for directing conservation efforts. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 19: 189-195.
- Medeiros PM, Soldati GT, Alencar NL, *et al.* 2012. The use of medicinal plants by migrant people: adaptation, maintenance, and replacement. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2012: 2-11.
- Mesoudi A, Whiten A, Dunbar R. 2006. A bias for social information inhuman cultural transmission. *British Journal of Psychology* 97: 405-423.
- Mesoudi A, Whiten A. 2008. The multiple roles of cultural transmission experiments in understanding human cultural evolution. *Philosophical Transaction* 363: 3489-3501.
- Mesoudi A. 2011. *Cultural evolution: how Darwinian theory can explain human culture & synthesize the social sciences*. Chicago, University of Chicago Press.
- Mesoudi A. 2015. Cultural evolution: a review of theory, findings and controversies. *Evolutionary Biology* 43: 481-497.
- Molleman L, van der Berg P, Weissing FJ. 2014. Consistent individual differences in human social learning strategies. *Nature Communications* 5. doi: 10.1038/ncomms4570.
- Muthukrishna M, Morgan TJH, Henrich J. 2016. The when and who of social learning and conformist transmission. *Evolution and Human Behavior* 37: 10-20.
- Nairne JS, Pandeirada JNS. 2008. Adaptive memory: is survival processing special? *Journal of Memory and Language* 59: 377-385. doi: 10.1016/j.jml.2008.06.001.
- Nairne JS, Thompson SR, Pandeirada JNS. 2007. Adaptive Memory Survival Processing Enhances Retention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 33: 263-273. doi: 10.1037/0278-7393.33.2.263.

- Nascimento ALB, Ferreira Júnior WS, Ramos MA, Soldati GT, Santoro FR, Albuquerque UP. 2015. Utilitarian Redundancy: Conceptualization and Potential Applications in Ethnobiological Research. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary Ethnobiology*. New York, Springer. p. 121-130.
- Nascimento ALB, Lozano A, Melo JG, Alves RR, Albuquerque UP. 2016. Functional aspects of the use of plants and animals in local medical systems and their implications for resilience. *Journal of Ethnopharmacology* 207: 268-270. doi: 10.1016/j.jep.2016.08.017.
- Nesheim I, Dhillion SS, Stolen KA. 2006. What happens to traditional knowledge and use of natural resources when people migrate? *Human Ecology* 34: 99-131.
- Nielsen M, Tomaselli K. 2010. Overimitation in Kalahari Bushman children and the origins of human cultural cognition. *Psychological Science* 21: 729-736.
- O'Brien MJ, Lyman RL, Mesoudi A, Vanpool T. 2010. Cultural traits as units of analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 3797-3806.
- Perreault C, Moya C, Boyd R. 2012. A Bayesian approach to the evolution of social learning. *Evolution and Human Behavior* 33: 449-459.
- Pfeiffer JM, Butz RJ. 2005. Assessing cultural and ecological variation in ethnobiological research: the importance of gender. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2: 240-278.
- Pieroni A, Giusti ME, Quave CL. 2011. Cross-cultural ethnobiology in the Western Balkans: medical ethnobotany and ethnozoology among Albanians and Serbs in the Pester Plateau, Sandzak, South-Western Serbia. *Human Ecology* 39: 333-349.
- Pieroni A, Muenz H, Akbulut M, Baser KHC, Durmuskahya C. 2005. Traditional phytotherapy and trans-cultural pharmacy among Turkish migrants living in Cologne, Germany. *Journal of Ethnopharmacology* 102: 69-88.
- Pieroni A, Nedelcheva A, Dogan Y. 2015. Local knowledge of medicinal plants and wild food plants among Tatars and Romanians in Dobruja (South-East Romania). *Genetic Resources and Crop Evolution* 62: 605-620.
- Quinn CH, Huby M, Kiwasila H, Lovett JC. 2003. Local perceptions of risk to livelihood in semi-arid Tanzania. *Journal of Environmental Management* 68: 111-119.
- Ramos MA, Medeiros PM, Almeida ALS, Feliciano ALP, Albuquerque UP. 2008. Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation? *Biomass and Bioenergy* 32: 503-509.
- Rendell L, Fogarty L, Hoppitt WJE, *et al.* 2011. Cognitive culture: theoretical and empirical insights into social learning strategies. *Trends in Cognitive Sciences* 5: 68-76.
- Reyes-García V, Guèze M, Luz AC, *et al.* 2013. Evidence of traditional knowledge loss among a contemporary indigenous society. *Evolution and Human Behavior* 34: 249-257.

- Reyes-García V, Molina JL, Broesch J, *et al.* 2009. Cultural transmission of ethnobotanical knowledge and skills: an empirical analysis from an Amerindian society. *Evolution and Human Behavior* 30: 274-285.
- Richerson PJ, Boyd R. 2005. *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago, University of Chicago Press.
- Rivera MC, Lake JA. 2004. The ring of life provides evidence for a genome fusion origin of eukaryotes. *Nature* 431: 152-155.
- Rogers AR. 1988. Does biology constrain culture? *American Anthropology* 90: 819-831.
- Rogers EM. 1995. *Diffusion of innovations*. New York, Free Press.
- Ruddle K, Chesterfield R. 1977. *Education for traditional food procurement in the Orinoco Delta*. Berkeley, University of California Press.
- Santoro FR, Ferreira Júnior WS, Araújo TAS, Ladio AA, Albuquerque UP. 2015. Does Plant Species Richness Guarantee the Resilience of Local Medical Systems? A Perspective from Utilitarian Redundancy. *PLoS ONE* 10. doi: 10.1371/journal.pone.0119826.
- Santoro FR, Nascimento ALM, Soldati GT, Ferreira Júnior WS, Albuquerque UP. 2018. Evolutionary ethnobiology and cultural evolution: opportunities for research and dialog. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 14:1 DOI 10.1186/s13002-017-0199-y
- Saslis-Lagoudakis CH, Williamson EM, Savolainen V, Hawkins JA. 2011. Cross-cultural comparison of three medicinal floras and implications for bioprospecting strategies. *Journal of Ethnopharmacology* 135: 476-487.
- Silva TC, Medeiros PM, Araújo TAS, Albuquerque UP. 2010. Northeastern Brazilian students' representations of Atlantic Forest fragments. *Environment Development and Sustainability* 12: 195-211.
- Singer M, Baer H. 2012. *Introducing medical anthropology: a discipline in action*. London, AltaMira Press.
- Soldati GT, Hanazaki H, Crivos M, Albuquerque UP. 2015. Does Environmental Instability Favor the Production and Horizontal Transmission of Knowledge regarding Medicinal Plants? A Study in Southeast Brazil. *PLoS ONE* 10. doi: 10.1371/journal.pone.0126389.
- Spradley J. 1979. *The ethnographic interview*. New York, Holt, Rinehart & Winston.
- Tanaka MM, Kendal JR, Laland KN. 2009. From traditional medicine to witchcraft: why medical treatments are not always efficacious. *Plos One* 4. doi: 10.1371/journal.pone.0005192.
- Torres-Avilez WM, Medeiros PM, Albuquerque UP. 2016. Effect of Gender on the Knowledge of Medicinal Plants: Systematic Review and Meta-Analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2016. doi: 10.1155/2016/6592363.
- Vandebroek I, Calewaert J, de Jonckheere S, *et al.* 2004. Use of medicinal plants and pharmaceuticals by indigenous communities in the Bolivian Andes and Amazon. *Bulletin of the World Health Organization* 82: 243-250.

- Voeks RA. 2007. Are women reservoirs of traditional plant knowledge? Gender, ethnobotany and globalization in northeast Brazil. *Singapore Journal of Tropical Geography* 28: 7-20.
- Volpato G, Godinez D, Beyra A, Barreto A. 2009. Uses of medicinal plants by Haitian immigrants and their descendants in the Province of Camagüey, Cuba. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5: 1-16.
- Waldstein A. 2006. Mexican migrant ethnopharmacology: pharmacopeia, classification of medicines and explanations of efficacy. *Journal of Ethnopharmacology* 108: 299-310.
- Weller SC, Romney AK. 1988. *Systematic data collection*. California, Sage Publications.
- Zarger RK, Stepp JR. 2004. Persistence of Botanical Knowledge among Tzeltal Maya Children. *Current Anthropology* 45: 413-419.

CAPÍTULO 4

Teoria da evolução cultural: a má-adaptação e suas implicações

André Luiz Borba do Nascimento e Ulysses Paulino de Albuquerque



ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:

<https://youtu.be/akh70MLLzKk>



No capítulo três, foi abordado o arcabouço teórico da evolução cultural. Neste capítulo, vamos falar sobre um caso específico dessa teoria, a má-adaptação. Os humanos, por vezes, exibem e transmitem comportamentos que não contribuem positivamente com o seu *fitness* (Richerson & Boyd 2005). A teoria da evolução cultural denomina esses comportamentos de traços culturais mal-adaptados, entendendo que sua presença em diferentes populações humanas se deve a efeitos indesejados de características adaptativas relacionadas ao aprendizado social (Barkow 1989; Richerson & Boyd 2005; Henrich 2009). Aprender com outras pessoas permite que se obtenha informação adaptativa de forma rápida e menos custosa do que ocorreria no processo de experimentação (Arbilly 2015). Contudo, não é possível verificar a validade de tudo aquilo que é aprendido, o que ocasionalmente pode levar ao acúmulo de traços culturais mal-adaptados (Henrich 2009).

Considerando que nem toda a informação que se acumula em um sistema cultural é adaptativa (Richerson & Boyd 2005), estudos que abordam a má-adaptação como tema permitem um entendimento mais amplo sobre a adesão de variantes culturais em diferentes sistemas de conhecimento (Baravalle 2012). O foco principal da literatura em evolução cultural tem sido compreender os processos que levam ao estabelecimento de traços culturais adaptados; para isso, são utilizados modelos matemáticos e teóricos testados, em sua maioria, por meio de experimentos controlados em laboratório (ver Mesoudi 2015). No entanto, esse olhar unilateral e meramente experimental tende a deixar uma lacuna importante no que concerne à validade desses modelos em populações humanas reais.

Aqui, nós propomos o uso de sistemas médicos locais como modelos para estudos nesse sentido, pois tais sistemas: 1) são desenvolvidos a partir de estratégias adaptativas criadas por populações humanas para lidar com problemas de saúde (Dunn 1976); e 2) assim como qualquer outro sistema de informação, estão sujeitos ao acúmulo de erros, isto é, à presença de traços culturais mal-adaptados (Barkow 1989; Hartman 2009).

Em sistemas médicos locais, os traços mal-adaptados seriam os tratamentos que não apresentam efetividade contra a doença a que são destinados ou, ainda, os que podem prejudicar a saúde do paciente (De Barra *et al.* 2014). Isso pode ser, por vezes, observado no uso de espécies de

plantas medicinais que, quando levadas a estudos laboratoriais, não apresentam a atividade farmacológica esperada (ver Tanaka *et al.* 2009).

Neste capítulo, explicaremos de que forma traços culturais mal-adaptados se estabelecem em populações humanas e quais são os fatores que favorecem o aparecimento desses traços. Posteriormente, buscaremos mostrar como sistemas médicos locais podem servir de modelo para estudos evolutivos voltados ao entendimento da má-adaptação.

Aprendizado social e má-adaptação

A capacidade de aprender com outras pessoas aumenta a possibilidade de exposição a informações culturais, assim como permite a rápida difusão e o acúmulo de inovações (Boyd *et al.* 2011). Tal capacidade é adaptativa, pois permite que haja um alto número de variantes culturais disponíveis em uma população, aumentando as chances de adquirir a variante cultural que melhor se ajusta ao ambiente atual (Richerson & Boyd 2005). Contudo, também aumenta a probabilidade de aprender variantes culturais mal-adaptadas.

Como já mencionado, as pessoas podem copiar informações desnecessárias, já que nem sempre se aprende o que é positivo ao *fitness*. Além disso, novas interpretações para uma informação podem ser geradas (Boyd *et al.* 2011). Por exemplo, o uso de pimenta na culinária foi inserido no intuito de proteger as pessoas dos patógenos que se estabeleciam em carnes na época em que não havia refrigeração (Billing & Sherman 1998). A sensação de “ardor” advinda da pimenta é uma resposta biológica dos nossos receptores de dor na boca a substâncias produzidas pela planta para proteção à herbivoria (Billing & Sherman 1998). Contudo, nos dias atuais, mesmo com novas formas mais avançadas de se proteger contra patógenos presentes nos alimentos, o sabor “apimentado” permanece como preferência alimentar de grande parte da população humana. Diante disso, a literatura sugere que as pessoas não se acostumaram biologicamente à sensação de dor, mas reinterpretaram a informação, associando o ardor ao prazer (Rozin *et al.* 1981). Esse exemplo demonstra que:

- 1) copiamos traços culturais simplesmente por eles estarem disponíveis

no sistema; 2) por vezes, imitamos um comportamento sem termos ideia do motivo; e 3) a mente humana pode dar significados alternativos a determinada informação que não necessariamente tem alguma relação com seu significado inicial.

A evolução equipou os humanos com mecanismos psicológicos, tratados na evolução cultural como vieses de cópia, que favorecem indiretamente a aquisição de variantes culturais adaptativas, o que conduz a uma imitação preferencial de alguns dos comportamentos observados (Enquist *et al.* 2007). Esses vieses funcionam como filtros seletivos que permitem reconhecer se determinada informação é potencialmente mais adaptativa que outra. Esses vieses têm de ser flexíveis, uma vez que, se forem extremamente seletivos, corre-se o risco de muitas informações não serem copiadas, o que reduz a variação de informações dentro de uma população, restringindo a capacidade evolutiva de uma cultura (Richerson & Boyd 2005). Além disso, desenvolver filtros muito seletivos demandaria alto gasto energético para reconhecer a informação adaptativa (advinda da busca pela verificação da veracidade e efetividade de cada informação observada), o que tornaria o aprendizado social muito custoso (Richerson & Boyd 2005).

Por exemplo, vieses de conteúdo, que são relacionados à informação em si, ou seja, que fazem com que o conteúdo de uma informação a torne mais interessante do que as demais variantes (Mesoudi 2011), podem conduzir pessoas a erros de julgamento. Para entender melhor esse cenário, vamos trazer, aqui, o trabalho de Tversky & Kahneman (1973), que realizaram um experimento em que várias pessoas foram expostas a duas listas com igual número de nomes de homens e mulheres. Enquanto que, na lista de mulheres, havia vários nomes de pessoas famosas, na lista de homens, os nomes não eram de pessoas conhecidas. Após olharem as duas listas, os participantes foram questionados sobre qual delas continha mais nomes. A maioria respondeu que a lista de mulheres era maior do que a de homens. A partir disso, os autores entenderam que a notoriedade das mulheres citadas facilitou a memorização de seus nomes pelos participantes, o que levou a um erro de julgamento quanto à informação a que foram expostos.

Esse exemplo nos mostra que, pelo fato de algumas informações nos chamarem mais atenção que outras, estamos sujeitos a cometer equívocos

como generalizações e falsas associações. Esses fatores podem, portanto, conduzir ao aparecimento de informações culturais mal-adaptadas.

O contexto da cópia da informação e a má-adaptação

Outro grupo de vieses abrange os de contexto, os quais levam determinado traço cultural a ser mais competitivo do que outro devido a caracteres associados ao momento em que se adquire determinada informação (Rendell *et al.* 2011). Nessa perspectiva, um dos tipos de viés de contexto é o de modelo que se baseia em mecanismos que conduzem uma pessoa a descobrir quem provavelmente possui a informação mais adaptada a certa situação (Henrich 2009). Os modelos podem ser baseados, por exemplo, em gênero (preferência por copiar informações de pessoas do mesmo gênero), idade (preferência por copiar informações de pessoas mais velhas) ou prestígio (preferência por copiar informações de pessoas de prestígio).

No caso do modelo baseado em prestígio, a cópia diferencial de informações ocorreria pela influência de determinada pessoa em determinado grupo (Henrich & Gil-White 2001). Essa pessoa influente é vista como um repositório de informação adaptativa pelos demais, tendo suas opiniões e seus posicionamentos estimados em função de sua *expertise*, suas habilidades, sua liderança, sua sabedoria ou seu conhecimento, por exemplo (Henrich & Gil-White 2001). As pessoas tendem a copiar informações de pessoas de prestígio, pois, ao fazerem isso, aumentam a chance de conquistarem prestígio para si (Mesoudi 2011). Assim, copiar uma técnica de artesanato de uma artesã famosa, por exemplo, é uma estratégia interessante para alcançar o mesmo sucesso que essa pessoa detém.

Contudo, nem sempre as pessoas conseguem julgar o real motivo que leva alguém a apresentar sucesso ou prestígio (Mesoudi 2011) e acabam copiando comportamentos diversos que são exibidos pelo modelo, mesmo quando o comportamento não está relacionado à área em que o indivíduo copiado apresenta sucesso (Henrich 2009). Assim, percebe-se que, ainda que modelos de prestígio permitam obter informação adaptativa de forma rápida e pouco custosa, possibilitam, ao mesmo tempo, o

estabelecimento de comportamentos mal-adaptados (Richerson & Boyd 2005), visto que outras informações que nem sempre são positivas tendem a ser copiadas também.

Dentro dos vieses de contexto, existem, ainda, os dependentes de frequência, em que, ao se ter dificuldade em definir a melhor forma de se comportar, imitar o que a maioria faz seria o modo mais seguro e menos custoso (Henrich & Boyd 1998). A conformidade tem dois efeitos colaterais: diminui a variação dentro do grupo, e aumenta e mantém a variação entre grupos (Mesoudi 2015). Esse fator pode levar ao estabelecimento de traços culturais mal-adaptados, pois os interesses em nível do indivíduo podem ser deixados de lado em prol do benefício do grupo (Richerson & Boyd 2005). Nesse sentido, uma das possíveis explicações para rituais presentes em diferentes religiões que envolvem sacrifícios e mutilação humana permanecerem e serem compartilhados é de que mantêm a coesão do grupo, levando os membros a se reconhecerem e a promoverem atos de cooperação e caridade que fortalecem o grupo (Henrich 2009).

Evolução cultural, seleção natural e má-adaptação

Como abordado no capítulo três, a evolução cultural é muito mais rápida que a evolução biológica. Tal rapidez permite que, em uma mesma geração, nossa espécie lide com mudanças ambientais, se ajuste a novas situações e ocupe novos espaços, sendo essa uma das chaves do sucesso humano em ocupar uma grande diversidade de territórios no planeta (Boyd *et al.* 2011). Contudo, essa alta velocidade faz com que a seleção natural atue de maneira discreta na evolução cultural (Mesoudi 2011). Essa atuação ocorre apenas quando um traço cultural pode gerar um efeito que implique um sério risco de vida a um indivíduo. Por exemplo, se a ingestão de determinado alimento levar a uma reação tóxica extrema que conduza à morte, o consumo desse alimento tenderá a ser eliminado pela seleção natural.

Entretanto, informações que falham em aumentar o *fitness* da população, mas que não afetam a vida dos indivíduos em níveis drásticos, podem se estabelecer (Brown & Richerson 2013). O trabalho de Tanaka *et*

al. (2009) mostra, por exemplo, com base em modelos matemáticos, que doenças com que o próprio organismo humano é capaz de lidar por intermédio de seu sistema imunológico podem vir a acumular maior número de informações mal-adaptadas ligadas à sua cura, uma vez que, mesmo se o tratamento não fizer efeito, a defesa natural do corpo cuidará da enfermidade.

Processos que favorecem a geração de traços culturais mal-adaptados

Até o momento, estudamos as vias que permitem a existência de variantes culturais mal-adaptadas em populações humanas. Contudo, falta entender que motivos podem levar ao aparecimento dessas variantes. Diante disso, esta seção se dedicará aos seguintes processos que podem levar ao aparecimento de traços culturais mal-adaptados: mudanças ambientais, mutação, erros de julgamento e apropriação pela elite.

Mudanças ambientais

Alterações naturais podem tornar traços culturais que eram adaptativos no passado em mal-adaptados no presente. Isso ocorre porque a cultura é dinâmica e novas informações estão sempre sendo geradas em resposta a mudanças ambientais (Barkow 1989). Contudo, algumas vezes as mudanças ambientais são mais rápidas do que a percepção das pessoas acerca dessas mudanças, fator que pode conduzir à existência de práticas em desacordo com o ambiente atual (ver Fernandez-Llamazares *et al.* 2015).

Além disso, vieses dependentes de frequência levam as pessoas, muitas vezes, a serem resistentes à adoção de novos comportamentos. Logo após uma rápida mudança ambiental, por exemplo, enquanto os traços culturais benéficos à nova situação são raros, os traços culturais relativos à situação anterior são comuns, o que levaria à manutenção de traços culturais mal-adaptados e à resistência ao estabelecimento de traços culturais adaptados ao novo ambiente (Henrich & Boyd 1998).

Vieses dependentes de frequência ainda podem levar diferentes indivíduos em uma mesma população humana a adotarem uma mesma estratégia de coleta de determinado recurso (Barkow 1989). Ao longo do tempo, esse recurso pode se tornar escasso; no entanto, o comportamento de coleta pode se perpetuar, reduzindo a sua probabilidade de sucesso, de forma semelhante ao previsto pela tragédia dos comuns (ver Rankin *et al.* 2007). Percebe-se, então, que mudanças ambientais promovidas pela própria população humana podem, também, conduzir ao estabelecimento de traços culturais mal-adaptados.

Mutação e erros de julgamento

A informação transmitida socialmente está sujeita a sofrer mudanças e gerar erros. Esses erros se acumulam porque nenhum indivíduo é capaz de verificar e testar todas as informações recebidas socialmente (Barkow *et al.* 1989). Como já discutido, os vieses de conteúdo, responsáveis por filtrar informações mal-adaptadas, são flexíveis o bastante para permitir o acúmulo de traços mal-adaptados.

Assim, a mutação da informação cultural acontece pelo fato de que mesmo traços culturais discretos não são transmitidos de forma idêntica de uma pessoa para outra. Isso ocorre porque a informação cultural não é replicada de um cérebro a outro, como ocorre com os genes, mas reconstruída na mente de cada pessoa a partir das suas percepções, inferências pessoais e outras informações preexistentes (Laland & Brown 2011). Essa característica humana é extremamente adaptativa e permite que novos traços culturais mais complexos e bem adaptados surjam a partir de outros precedentes (Boyd *et al.* 2011; Mesoudi 2011), assim como possibilita que a informação mude quando passa de uma pessoa para outra, seja essa mutação positiva ou negativa (Barkow 1989).

Além disso, confusões entre diferentes tipos de informações podem gerar erros. Por exemplo, a capacidade da memória humana para associar informações é altamente adaptativa e permite que possamos identificar padrões e recuperar informações específicas a depender da situação requerida (Klein *et al.* 2002; Hills *et al.* 2012). Contudo, por vezes, a automaticidade associativa pode ser contraprodutiva quando as pessoas

generalizam as informações, julgando algo que é mais provável, de acordo com as suas experiências e inferências pessoais, como a resposta mais adequada (Arkes 1991), o que nem sempre é verdade. Traços culturais ligados a superstições podem aparecer dessa forma quando se atribui duas informações que não apresentam nenhuma relação a uma associação de causa e efeito (ver Abbott & Sherratt 2011). Um exemplo disso: pessoas têm o costume de usar a mesma roupa em diferentes eventos esportivos por acreditar que essa vestimenta traz sorte para a sua equipe, simplesmente porque no passado esses dois eventos, usar a referida roupa e a vitória da sua equipe, ocorreram simultaneamente.

Esses erros de julgamento permitem o estabelecimento de variantes mal-adaptadas no sistema porque, de modo geral, aprendemos o que fazer (desfecho) e não o porquê de se fazer aquilo (causa) (Abbott & Sherratt 2011). Assim, qualquer erro gerado durante o processo de transmissão de conhecimento pode ser retransmitido, contanto que a informação não seja contrária às experiências pessoais ou extremamente danosa ao indivíduo (Henrich 2009; Boyd *et al.* 2011; Brown & Richerson 2013).

Apropriação pela elite

Os traços culturais mal-adaptados discutidos até o presente momento são causados não intencionalmente, mas gerados como efeito colateral de características adaptativas. No entanto, alguns traços culturais mal-adaptados são ocasionados de modo intencional quando um indivíduo manipula a transmissão da informação, demonstrando um comportamento mal-adaptado para os demais membros de uma população e retraindo mentalmente o comportamento adaptado para si (Henrich 2009). Ao longo da história humana, sempre houve distribuição desigual de riqueza e poder, e a cultura foi, muitas vezes, utilizada como arma para a manutenção do *status quo* da elite dominante (Barkow 1989).

Os vieses de modelo discutidos anteriormente, moldados durante a evolução para que os humanos fossem capazes de encontrar possíveis fontes seguras de informação adaptativa, permitem a atuação dos manipuladores dentro das populações humanas. Vale ressaltar, aqui, a diferença entre prestígio e domínio. O prestígio está ligado à estima

ou influência conquistada por um indivíduo em determinada população humana, o que leva as pessoas a ouvirem, confiarem e seguirem as opiniões desse indivíduo por respeito (Henrich & Gil-White 2001). Já o domínio está ligado à autoridade ou ao poder que um indivíduo possui dentro de uma população humana e que leva as pessoas a obedecerem a suas opiniões por medo (Henrich & Gil-White 2001). Em ambos os casos, pode haver manipulação de informação por parte do modelo; o que muda é a via que conduz à atenção diferencial oriunda dos outros membros da população para seguir o manipulador (ver Barkow 1989).

A manipulação da informação aumenta o *fitness* do manipulador em virtude de diminuir o *fitness* dos imitadores (Henrich 2009). Nesse caso, o traço é mal-adaptado para os aprendizes e bem adaptado para o manipulador. No Brasil, por exemplo, o consumo de manga com leite é considerado por muitos um tabu. Contudo, essa informação foi fabricada intencionalmente pelos mais ricos na época do Brasil colonial para evitar que os escravos consumissem leite, alimento raro e caro naquele período.

Sistemas médicos locais como modelos para estudos ligados à má-adaptação

Ao longo deste capítulo, mostramos como a evolução cultural trata o que são traços culturais mal-adaptados, os mecanismos que permitem o seu estabelecimento e os processos que favorecem o seu aparecimento. Nesta seção, exibiremos as características que fazem de sistemas médicos locais um importante campo para estudos acerca da evolução cultural em populações humanas reais.

Definições

Populações humanas sempre tiveram de lidar com problemas relacionados à sua saúde. Para tanto, desenvolveram sistemas médicos que seriam as instituições sociais e as tradições geradas a partir da evolução de estratégias ligadas à promoção da saúde (Dunn 1976). Sistemas médicos

sempre são simultaneamente sociais e culturais, ou seja, não estão vinculados unicamente à significação das doenças e às normas de comportamento ligadas ao processo de cura, mas também às relações sociais e aos contextos institucionais existentes (Kleinman 1978). Além disso, se considerarmos que mecanismos psicológicos podem influenciar a aquisição de informações em populações humanas (Mesoudi 2011), faz-se importante ressaltar que fatores biológicos também podem atuar em sistemas médicos locais. Dessa forma, percebe-se que esses sistemas não são estáticos, mas sujeitos a mudanças, o que se deve tanto a alterações sociais locais quanto a variações e pressões ambientais que podem gerar novos eventos de doenças nas populações (Wiley 1992). Os *traços culturais* dos sistemas médicos seriam as informações ligadas às formas como as pessoas entendem e identificam as doenças e suas respectivas estratégias de tratamento (Henrich & McElreath 2003).

Nesse sentido, Dunn (1976) sugere a existência de três sistemas médicos, classificados de acordo com sua amplitude geográfica e cultural: 1) sistemas médicos locais, ou tradicionais, presentes em populações indígenas, rurais ou urbanas de pequeno porte e baseados no conhecimento popular, e não acadêmico; 2) sistemas médicos regionais, baseados em uma combinação do conhecimento popular com o acadêmico, como, por exemplo, a medicina chinesa, Ayurvedica e Unani; e 3) sistemas médicos cosmopolitas, conhecidos ainda como medicina ocidental ou moderna, que se baseiam em concepções sobre saúde e medicamentos de abrangência mundial, como é o caso da biomedicina. Contudo, Dunn (1976) ressalta que esses sistemas não são excludentes entre si, podendo existir simultaneamente em uma mesma população humana. Por exemplo, para tornar medicamentos tradicionais mais potentes, xamãs Shipibo-Conibo da Amazônia acrescentam comprimidos de aspirina aos preparados caseiros elaborados com plantas (Fóller 2004).

Essa capacidade de interação entre os sistemas aumenta seu potencial adaptativo, inserindo um maior número de variantes que podem lidar com possíveis distúrbios ambientais e sociais que vierem a ocorrer (Reyes-García *et al.* 2014). Essa grande *variação* de traços culturais pode *competir* por espaço na memória humana, instaurando uma competição que pode ocorrer entre os sistemas, como no caso da presença de

informações ligadas ao sistema biomédico com crenças locais e práticas tradicionais ligadas à saúde (ver Hoa *et al.* 2009), ou, ainda, dentro de um mesmo sistema, como no caso da preferência pelo uso de plantas ao invés de animais medicinais por comunidades rurais do Nordeste do Brasil (ver Nascimento *et al.* 2016).

Segundo Bizon (1976), os sistemas médicos apresentam como função a melhoria da saúde e a redução da mortalidade, de modo que seus praticantes acessam, observam e atualizam informações ligadas a essa finalidade. O estudo de Bizon (1976) também evidencia que a adaptabilidade de um sistema médico estaria ligada à sua capacidade de se manter atendendo as necessidades da população humana ao qual está vinculado. Por sua vez, Fabrega (1997) relata que o comportamento associado ao cuidado de si e do próximo tem grande importância na evolução humana, visto que a doença afeta a sobrevivência e a reprodução de populações humanas, podendo afetar também as relações sociais em grupos humanos.

Com base nos discursos desses autores, observa-se que o ponto principal para a geração e manutenção de informação nos sistemas médicos são os eventos de doença. Os problemas de saúde poderiam, então, ser vistos como os *nichos culturais* a partir dos quais os traços culturais ligados ao seu cuidado variam, competem e são selecionados. Essa lógica permeia alguns trabalhos em etnobotânica, muito embora sem utilizar tais definições. O modelo de redundância utilitária proposto por Albuquerque & Oliveira (2007), por exemplo, prevê que populações humanas tendem a conhecer mais de uma planta para o tratamento de um mesmo problema de saúde e que o uso dessas espécies nem sempre ocorre de forma homogênea em populações humanas.

Se analisarmos esses dados à luz da evolução cultural, as diferentes plantas indicadas para um mesmo fim refletem a variação de traços culturais dentro de um mesmo nicho cultural. Esses traços competem por espaço na memória das pessoas, de maneira que aqueles que apresentarem um *fitness diferencial* maior, que nesse caso poderia ser manifestado por meio da preferência, tendem a ser mantidos. Como os traços culturais são expressos na forma de comportamentos, podemos afirmar que a maior pressão de uso sobre as espécies mais preferidas é a expressão de um traço cultural altamente competitivo dentro do sistema médico local.

Os motivos que conduzem à preferência por plantas medicinais em sistemas médicos locais são diversos: disponibilidade local, efetividade percebida, sabor, confiança na pessoa que indicou o tratamento, toxicidade do preparo, entre outros (ver Ferreira Júnior *et al.* 2011; Santoro *et al.* 2015; Nascimento *et al.* 2016).

Além disso, as plantas medicinais preferidas tendem a ser mais compartilhadas pelos membros de uma população humana do que as outras (Santoro *et al.* 2015). O conjunto de informações compartilhadas por determinada população é gerada por meio de mecanismos de aprendizagem social (Mesoudi 2011). Portanto, existe *hereditariedade* em sistemas médicos locais, fazendo com que informações que apresentem um maior *fitness diferencial* tendam a ser mais transmitidas localmente.

Existem estudos na etnobotânica que abordam as vias de transmissão de conhecimento para explicar como estas afetam a distribuição do conhecimento ecológico local (Ladio & Lozada 2004; Reyes-García *et al.* 2009; Reyes-García *et al.* 2013; Soldati *et al.* 2015; Srithi *et al.* 2009). Contudo, tais abordagens têm se voltado, na maioria das vezes, a descrever como ocorre esse processo (ver Soldati 2015). Acreditamos, assim, que os modelos teóricos propostos pela teoria da evolução cultural podem permitir avanços significativos no entendimento dos mecanismos que conduzem a escolha da informação a ser copiada e de quem copiar. Nesse sentido, consideramos a pesquisa de sistemas médicos locais baseados em plantas um importante modelo para estudo por apresentar as três precondições básicas para investigações nessa vertente: variação, competição e hereditariedade (Tabela 1).

Tabela 1. Conceitos-chave da teoria da evolução cultural e sua aplicação ao estudo de sistemas médicos locais baseados em plantas medicinais.

Características da teoria da evolução cultural	Definições	Aplicação no estudo de sistemas médicos baseados em plantas
Traços culturais ¹	Informação cultural que pode ser transmitida de forma discreta ou contínua.	Informações ligadas ao uso de uma planta para determinado fim medicinal.
Variação	Heterogeneidade dos traços culturais.	Diversidade de tratamentos com plantas conhecidas em uma população humana.
Competição	Disputa por existência dos traços culturais na memória.	Permite entender os mecanismos pelos quais algumas informações apresentam maior capacidade competitiva em sistemas médicos locais.
<i>Fitness</i> diferencial	Características que tornam um traço cultural mais atrativo para ser aprendido.	Pode refletir a preferência ou o uso diferencial de uma espécie de planta medicinal para o tratamento de uma enfermidade.
Nicho cultural	Espaço na memória compartilhado por traços culturais semelhantes.	Conjunto de plantas medicinais que tratam um mesmo problema de saúde.
Hereditariedade	Capacidade da informação de ser passada de um indivíduo para outro.	Transmissão de conhecimento em sistemas médicos locais.

A má-adaptação em sistemas médicos locais

A inclusão de plantas nas farmacopeias locais não acontece de forma aleatória. Muitas são as evidências de pesquisas etnobotânicas que mostram que o uso de plantas para fins medicinais é resultado de um longo processo de experimentação (ver Ankli *et al.* 1999; Heinrich 2008;

7 No capítulo 1 deste livro, Albuquerque & Ferreira Júnior sugerem a adoção da expressão traços bioculturais no contexto dos estudos em etnobiologia evolutiva.

Medeiros *et al.* 2013). Contudo, os sistemas médicos não são perfeitos e, assim como qualquer outro sistema de informação, estão sujeitos ao acúmulo de erros durante a transmissão do conhecimento, ou seja, à presença de traços culturais mal-adaptados (Barkow 1989; Hartman 2009).

Em sistemas médicos locais, os *traços mal-adaptados* são as estratégias de cura ineficientes do ponto de vista biomédico, capazes, inclusive, de causar piora no quadro de saúde da pessoa enferma (De Barra *et al.* 2014). Essa situação pode ser exemplificada na literatura pelo uso de espécies de plantas medicinais que não apresentam a atividade farmacológica esperada em estudos laboratoriais (ver Tanaka *et al.* 2009). A seguir, elencamos alguns fatores que podem favorecer o surgimento e a permanência de tratamentos ineficazes em populações humanas.

Desencontro causal

O conhecimento sobre plantas medicinais é uma informação adaptativa que pode vir a se acumular em sistemas médicos locais, muitas vezes, sem os aprendizes apresentarem entendimento acerca de como ou do motivo pelo qual elas funcionam (Henrich & McElreath 2003). Esse desencontro causal pode gerar erros de julgamento que propiciem o aparecimento de traços mal-adaptados (Arkes 1991; Abbott & Sherratt 2011). Embora a função dos sistemas médicos seja a cura, algumas vezes se atribui a cura ou melhoria de uma doença a um tratamento específico, quando na verdade não existe essa relação.

Em seu trabalho, Hartman (2009) argumenta que vários motivos podem conduzir à melhoria dos sinais ou sintomas de uma doença, ainda que o tratamento ao qual uma pessoa esteja se submetendo não seja efetivo: 1) *história natural da doença*, uma vez que o sistema imunológico humano pode eliminar naturalmente ou minimizar os efeitos de uma doença; 2) *regressão à média*, em que a doença tem um pico de aparecimento cujos sintomas são intensos, seguido de uma suavização dos sintomas, o que poderia ser confundido com o efeito do tratamento; e 3) *efeito placebo*, em que o contexto psicossocial do paciente influencia positivamente sua melhoria física.

De acordo com Hartman (2009), o desejo de ser curado e as expectativas que um paciente cria acerca de um tratamento o levam a ver padrões onde não existe, atribuindo validade a tratamentos ineficientes. Esse mecanismo psicológico da mente humana de interpretação parcial da evidência para ir ao encontro das crenças e hipóteses prévias sobre determinada situação é chamado de viés de confirmação (Nickerson 1998). Tal fator é levado em consideração pelo modelo matemático de Tanaka *et al.* (2009) sobre o estabelecimento de traços mal-adaptados relacionados ao conhecimento de plantas medicinais. Nesse modelo, traços culturais mal-adaptados associados ao tratamento de doenças que o sistema imunológico pode combater por si próprio apresentam uma maior probabilidade de se estabelecer em populações humanas. Por sua vez, tratamentos ineficazes ligados a doenças de alta letalidade apresentam menor probabilidade de se estabelecer, visto que, nesse caso, a ineficácia seria mais facilmente percebida e o traço cultural tenderia a ser eliminado.

Possíveis evidências empíricas sobre essa tendência são encontradas nos trabalhos de Santoro *et al.* (2015) e Nascimento *et al.* (2016). Nesses estudos, o número de plantas medicinais conhecidas para tratar um problema de saúde é menor quanto mais perigosa a doença for considerada pelas pessoas. Ambos os trabalhos argumentam que a letalidade de uma enfermidade pode inibir o acúmulo de traços mal-adaptados e sugerem que a alta redundância de plantas medicinais ligadas a doenças não perigosas é capaz de esconder a presença de traços mal-adaptados.

Aqui, faz-se importante explicarmos melhor alguns pontos. Primeiramente, ressaltamos que a eficácia de um tratamento pode ser examinada sob duas perspectivas: 1) aquilo que os membros de uma sociedade consideram como efetivo a partir do seu entendimento sobre o que é doença e tratamento; e 2) aquilo que indivíduos externos acreditam ser um tratamento válido a partir de suas convicções (Fabrega 2002). Nesse sentido, o que pode ser considerado como efetivo em uma comunidade tradicional pode ser visto como mal-adaptado dentro da perspectiva biomédica, e vice-versa. Por exemplo, comunidades rurais no Vietnã rejeitam tratamentos da medicina ocidental para tuberculose por estes não se ajustarem às suas crenças locais acerca de saúde (Hoa *et al.* 2009).

Outro esclarecimento importante diz respeito ao efeito placebo. Esse efeito induz uma resposta imunológica que aumenta os esforços e, portanto, a energia despendida pelo organismo humano para tratar uma enfermidade quando se acredita que um tratamento é efetivo (Watson *et al.* 2012). Trimmer *et al.* (2013) discutem que o organismo humano tende a reter energia para tratar um problema de saúde – energia essa armazenada para evitar a fome ou fugir de um possível predador –, sendo tal característica fixada no passado evolutivo da nossa espécie, quando vivíamos em um sistema caçador-coletor. Ao ser submetido a um tratamento considerado efetivo, o corpo tende a otimizar a energia despendida para acelerar o tratamento e obter uma melhora rápida. Essa característica é adaptativa e permite a capacidade de reação mediante uma sugestão ou pista de melhora (Trimmer *et al.* 2013). Dessa forma, o que estamos propondo é avaliar a má-adaptação sob a perspectiva de “validade biomédica” do tratamento tradicional baseado em plantas medicinais. Ou seja, o que queremos entender é por que tratamentos que não influenciam diretamente a melhora de uma enfermidade ou mesmo são tóxicos ou danosos em uma perspectiva biológica se estabelecem em sistemas médicos locais. Não é nosso objetivo, neste capítulo, compreender as particularidades concernentes aos aspectos espirituais, ritualísticos, simbólicos ou tradicionais da cura, mas traçar padrões gerais sobre o estabelecimento de informações que não contribuem para o *fitness* do indivíduo em sistemas médicos locais.

Hibridização de sistemas médicos

Por vezes, as pessoas podem fazer associações entre duas situações que ocorrem simultaneamente, mas que não possuem ligação de causa e efeito. Nesse sentido, um fator que pode estar favorecendo esse desencontro causal em sistemas médicos locais é a presença do sistema biomédico.

Vários trabalhos em etnobotânica têm relatado a presença de medicamentos alopáticos em populações humanas cuja fonte primária do cuidado com a saúde consistia nas plantas medicinais (ver Cavet-Mir *et al.* 2008; Hoa *et al.* 2009; Giovannini *et al.* 2011; Ross *et al.* 2012). A presença do sistema biomédico, assim como de seus tratamentos e conceitos, pode gerar reestruturações no sistema médico local e na forma como as pessoas

entendem e tratam as doenças, o que Ladio & Albuquerque (2014) denominam processo de hibridização. De acordo com esses autores, a partir dessa interação entre sistemas, surgem diferentes subprocessos, que vão desde a substituição de tratamentos até o uso conjunto de plantas medicinais e medicamentos alopáticos.

Nesse cenário, é possível que, em situações nas quais dois diferentes tratamentos sejam usados de forma conjunta para uma mesma doença, as pessoas não consigam definir qual é a causa real da cura, promovendo o aparecimento de traços culturais mal-adaptados. Se essa hipótese for verdadeira, entender os mecanismos que favorecem a inserção de medicamentos alopáticos em sistemas médicos locais e o seu uso combinado com plantas medicinais pode permitir rastrear pontos do sistema mais sensíveis ao aparecimento de traços mal-adaptados.

Generalização

A confiança em um tratamento pode enviesar a percepção de uma pessoa sobre sua eficiência (Hartman 2009). Sendo assim, é possível racionalizar que, se existirem indicativos de que determinado tratamento seja útil, as expectativas geradas sobre ele podem aumentar a ponto de sobrepujar a sua ineficácia. Alguns autores têm considerado que propriedades organolépticas das plantas, como cor, forma, aroma, gosto e textura, funcionam como sinais que conduzem à inclusão de espécies no repertório medicinal local. Nesse sentido, Molares & Ladio (2009), por exemplo, perceberam que grande parte das plantas presentes na farmacopeia de uma comunidade Mapuche na Argentina apresenta sabor e aroma que as distinguem como espécies medicinais. Além disso, Brett (1998), por exemplo, observou que o gosto amargo estava associado com plantas usadas para o tratamento de doenças do trato gastrointestinal. Leonti *et al.* (2002), por sua vez, mencionam que a sensação de adstringência estava relacionada com plantas usadas no tratamento de diarreia e disenteria e que plantas cuja decocção gerava um líquido de coloração vermelha estavam ligadas a doenças hemorrágicas e problemas de menstruação.

Essas observações indicam que plantas empregadas para o tratamento de enfermidades similares (seja por estarem relacionadas a um mesmo

sistema corporal, seja por terem sintomatologia parecida) compartilham um conjunto de características sensoriais. Essa perspectiva remete à ideia de “protótipos medicinais” proposta por Casagrande (2000), segundo a qual existiria um conjunto de plantas conhecidas pela comunidade que melhor representa a atividade medicinal, de modo que as pessoas aprenderiam sobre esse conjunto ainda na infância e, a partir daí, fariam associações entre as características existentes nos protótipos e as características encontradas em outras espécies da região, selecionando novas plantas para a sua farmacopeia.

Contudo, como discutido anteriormente, a automaticidade associativa da mente humana pode ser contraprodutiva (Arkes 1991). Nem sempre uma planta com determinados indicativos de efetividade exibirá compostos ativos que conduzam a uma real efetividade biológica (Reyes-García 2010). Segundo Henrich (2009), informações plausíveis ou compatíveis com as expectativas do aprendiz sobre como o mundo funciona e o que é verdadeiro e confiável tendem a se estabelecer no sistema, ainda que mal-adaptativas. Nesse caso, variantes culturais mal-adaptadas que exibam características semelhantes às das adaptadas ou que tenham sentido consoante a perspectiva local de doença e tratamento podem vir a se estabelecer. Por exemplo, se uma comunidade reconhece o gosto amargo associado a plantas medicinais, existe uma maior probabilidade de que a informação sobre outra planta medicinal que tenha gosto amargo se acumule, mesmo que esta seja ineficaz.

Outro tipo de generalização possível que vamos propor aqui é a generalização de efeitos, que está relacionada à versatilidade de usos de plantas medicinais. Bennett & Prance (2000) sugerem que plantas usadas para fins diversos, como o alimentício e ornamental, podem vir a ser introduzidas nas farmacopeias locais devido à sua versatilidade. Nesse caso, a versatilidade ocorreria entre categorias de uso distintas; entretanto, existe, também, o registro de versatilidade na mesma categoria de uso medicinal, associado a quando uma planta trata diversos problemas de saúde (ver Alencar *et al.* 2010; Cartaxo *et al.* 2010). O conhecimento ligado a plantas com alta versatilidade de usos tende a ser mais compartilhado em sistemas médicos locais (ver Almeida *et al.* 2006; Soldati & Albuquerque 2012), o que indica que essas plantas apresentam um certo

status localmente. A partir dessa linha de evidências, é possível inferir que erros ou confusões de informações relacionadas a plantas medicinais mais versáteis apresentam maior probabilidade de se estabelecerem em sistemas médicos locais. Isso ocorre porque esse tipo de informação, da mesma forma como foi sugerido anteriormente para propriedades organolépticas, não é contrário aos conceitos locais de saúde e doença.

O contexto na obtenção da informação

Muitos trabalhos em etnobotânica relatam o papel de especialistas locais como indivíduos reconhecidos em determinada população humana na condição de detentores de um domínio de conhecimento específico (Albuquerque *et al.* 2014). No caso de plantas medicinais, tais indivíduos seriam fontes de informação mais específica e mais adequada acerca do tratamento de enfermidades em sua comunidade (ver Gazzaneo *et al.* 2005; Quave *et al.* 2012), servindo de modelos para a cópia desse tipo de informação. Contudo, muitas vezes, as pessoas escolhem modelos para cópia que não estão ligados ao domínio de conhecimento da informação aprendida (Henrich & McElreath 2003).

Nesse sentido, o trabalho de Henrich & Broesch (2011), por exemplo, mostra que os membros de uma ilha no arquipélago de Fiji, situado na Oceania, têm uma maior probabilidade de copiar informações sobre plantas medicinais de influentes produtores de inhame do que de especialistas locais em plantas medicinais. Isso ocorre porque a percepção do sucesso de uma pessoa em uma área específica estimularia outras pessoas a copiarem traços culturais ligados a outras áreas por um processo associativo (Henrich & Broesch 2011).

Além disso, informações que são exibidas mais vezes em uma população humana tendem a ser copiadas pelas pessoas quando estas não sabem como agir (Henrich & Boyd 1998). Tanaka *et al.* (2009) reforçam esse efeito em seu modelo matemático sobre o estabelecimento de traços culturais mal-adaptados, afirmando que quanto mais vezes um observador tiver a oportunidade de ver uma planta medicinal ineficaz sendo usada, maiores serão as chances de cópia desse tipo de informação. Esse mecanismo cognitivo nos faz refletir sobre os trabalhos de Santoro *et al.*

(2015) e Nascimento *et al.* (2016), que encontraram uma grande quantidade de plantas medicinais sendo utilizadas para uma mesma finalidade terapêutica quando o problema de saúde tratado era considerado frequente localmente. O maior número de eventos de uma doença em uma população humana propicia maior número de eventos de cópia de informação. Dessa forma, é provável que plantas medicinais não efetivas se estabeleçam mais facilmente se associadas ao tratamento de doenças mais recorrentes em determinada localidade.

Considerações finais

Diferentes populações humanas exibem comportamentos mal-adaptados, ou seja, que não contribuem com características positivas ao *fitness* de nossa espécie. Esses comportamentos podem se estabelecer como um efeito indesejado dos mecanismos de aprendizagem, mecanismos esses que nos permitem obter informação adaptativa de forma rápida e pouco custosa. Os sistemas médicos locais, como modelos de estudo, são o produto da adequação de populações humanas ao ambiente em que vivem. Dessa forma, entender os processos ligados à manutenção desses sistemas, bem como sua reação ante mudanças, é estudar também a evolução dos humanos de acordo com o ambiente em que estão inseridos, evolução essa que se expressa na forma de cultura. Nesse sentido, ao longo deste capítulo, estabelecemos pontes entre evidências registradas na literatura etnobotânica e o escopo teórico da evolução cultural, no intuito de indicar possíveis linhas investigativas para o entendimento do estabelecimento de informações mal-adaptadas associadas ao uso de plantas para fins medicinais em sistemas médicos locais.

Para tanto, elencamos três mecanismos como principais responsáveis pela geração de traços culturais mal-adaptados no que concerne a plantas medicinais: desencontro causal, generalização e vieses de contexto. Embora tratados separadamente, esses mecanismos podem ocorrer de forma simultânea em sistemas médicos locais. Contudo, a maioria desses mecanismos ainda não foi adequadamente estudada em populações reais, restringindo-se a modelos teóricos e matemáticos. Existe, portanto,

a necessidade de estudos que verifiquem a validade dos pressupostos teóricos aqui elencados, com a finalidade de averiguar o tamanho do efeito de cada variável tanto separadamente quanto em conjunto.

Referências

- Abbott KR, Sherratt TN. 2011. The evolution of superstition through optimal use of incomplete information. *Animal Behaviour* 82: 85-92.
- Albuquerque UP, Lucena RFP, Lins Neto EMF. 2014. Selection of research participants. In: Albuquerque UP, Cunha LVFC, Lucena RFP, Alves RRN. (eds.) *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*. New York, Springer. p. 1-14.
- Albuquerque UP, Oliveira RF. 2007. Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? *Journal of Ethnopharmacology* 113: 156-70.
- Alencar NL, Araújo TAS, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2010. The Inclusion and Selection of Medicinal Plants in Traditional Pharmacopoeias-Evidence in Support of the Diversification Hypothesis. *Economic Botany* 64: 68-79.
- Almeida CDFC, Amorim ELC, Albuquerque UP, Maia MBS. 2006. Medicinal plants popularly used in the Xingó region – a semi-arid location in Northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2: 1-15.
- Ankli A, Sticher O, Heinrich M. 1999. Yucatec Maya medicinal plants versus non medicinal plants: indigenous characterization and selection. *Human Ecology* 27: 557-580.
- Arbilly M. 2015. Understanding the evolution of learning by explicitly modeling learning mechanisms. *Current Zoology* 61: 341-349.
- Arkes HR. 1991. Costs and benefits of judgment errors: Implications for debiasing. *Psychological Bulletin* 110: 486-498.
- Baravalle L. 2012. A função adaptativa da transmissão cultural. *Scientiae Studia* 10: 269-295.
- Barkow JH. 1989. The elastic between genes and culture. *Ethology and Sociobiology* 10: 111-129.
- Bennett BC, Prance GT. 2000. Introduced Plants in the Indigenous Pharmacopeia of Northern South America. *Economic Botany* 54: 90-102.
- Billing J, Sherman PW. 1998. Antimicrobial functions of spices: why some like it hot. *The Quarterly Review of Biology* 73: 3-49.
- Bizon Z. 1976. The adaptation patterns of the medical system and social change. In: Sokolowska M, Holowka J, Ostrowska A. (eds.) *Health, Medicine, Society*. Boston, D. Reidel. p. 331-342.

- Boyd R, Richerson PJ, Henrich J. 2011. The cultural niche: why social learning is essential for human adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108: 10918-10925.
- Brett JA. 1998. Medicinal plant selection criteria: the cultural interpretation of chemical senses. *Journal of Applied Botany* 72: 70-74.
- Brown GR, Richerson PJ. 2013. Applying evolutionary theory to human behavior: past differences and current debates. *Journal of Bioeconomics* 16: 105-128.
- Cartaxo SL, Souza MMDA, Albuquerque UP. 2010. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology* 131: 326-342.
- Casagrande DG. 2000. Human taste and cognition in Tzeltal Maya medicinal plant use. *Journal of Ecological Anthropology* 4: 57-69.
- Cavet-Mir L, Reyes-García V, Tanner S. 2008. Is there a divide between local medicinal knowledge and Western medicine? A case study among native Amazonians in Bolivia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 4: 1-18.
- De Barra M, Eriksson K, Strimling P. 2014. How feedback biases give ineffective medical treatments a good reputation. *Journal of Medical Internet Research* 16. doi: 10.2196/jmir.3214.
- Dunn F. 1976. Traditional Asian medicine and cosmopolitan medicine as adaptive systems. In: Leslie C. (eds.) *Asian medical systems: a comparative study*. California, University of California Press. p. 133-158.
- Enquist M, Eriksson K, Ghirlanda S. 2007. Critical Social Learning : a Solution to Rogers's Paradox of Nonadaptive Culture. *American Anthropologist* 109: 727-734.
- Fabrega H. 1997. *Evolution of sickness and healing*. Berkeley, University of California Press.
- Fabrega H. 2002. Medical validity in Eastern and Western traditions. *Perspectives in Biology and Medicine* 45: 395-415.
- Fernandez-Llamazares A, Díaz-Reviriego I, Luz AC, Carbeza M, Pyhala A, Reyes-García V. 2015. Rapid ecosystem change challenges the adaptive capacity of local environmental knowledge. *Global Environmental Change* 31: 272-284.
- Ferreira Júnior WS, Ladio AH, Albuquerque UP. 2011. Resilience and adaptation in the use of medicinal plants with suspected anti-inflammatory activity in the Brazilian Northeast. *Journal of Ethnopharmacology* 138: 238-252.
- Fóller M. 2004. Intermedialidade: zona de contato criada por povos indígenas e profissionais da saúde. In: Langdon EJ, Garnelo L. (eds.) *Saúde dos povos indígenas*. Rio de Janeiro, Contra Capa. p. 129-148.
- Gazzaneo R, Lucena RFP, Albuquerque UP. 2005. Knowledge and use of medicinal plants by local specialists in a region of Atlantic Forest in the state of Pernambuco (northeastern Brazil). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 1: 1-9.

- Giovannini, P, Reyes-García V, Waldstein A, Heinrich M. 2011. Do pharmaceuticals displace local knowledge and use of medicinal plants? Estimates from a cross-sectional study in a rural indigenous community, Mexico. *Social Science & Medicine* 72: 928-936.
- Hartman SE. 2009. Why do ineffective treatments seem helpful? A brief review. *Chiropractic & Osteopathy* 17: 1-10.
- Heinrich M. 2008. Ethnopharmacy and natural product research – Multidisciplinary opportunities for research in the metabolomics age. *Phytochemistry Letters* 1: 1-5.
- Henrich J, Boyd R. 1998. The Evolution of Conformist Transmission and the Emergence of Between-Group Differences. *Evolution and Human Behavior* 19: 215-241.
- Henrich J. 2009. The evolution of costly displays, cooperation and religion: credibility enhancing displays and their implications for cultural evolution. *Evolution and Human Behavior* 30: 244-260.
- Henrich J, Broesch J. 2011. On the nature of cultural transmission networks: evidence from Fijian villages for adaptive learning biases. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences: Biological Sciences* 366: 1139-1148.
- Henrich J, Gil-White FJ. 2001. The evolution of prestige: freely conferred deference as a mechanism for enhancing the benefits of cultural transmission. *Evolution and Human Behavior* 22: 165-196.
- Henrich J, McElreath R. 2003. The evolution of cultural evolution. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 12: 123-135.
- Hills TT, Jones MN, Todd PM. 2012. Optimal foraging in semantic memory. *Psychological Review* 119: 431-440.
- Hoa NP, Chuc NT, Thorson A. 2009. Knowledge, attitudes, and practices about tuberculosis and choice of communication channels in a rural community in Vietnam. *Health Policy* 90: 8-12.
- Klein SB, Cosmides L, Tooby J, Chance S. 2002. Decisions and the evolution of memory: multiple systems, multiple functions. *Psychological Review* 109: 306-329.
- Kleinman A. 1978. Concepts and a model for the comparison of medical systems as cultural systems. *Social Science & Medicine* 12: 85-93.
- Ladio AH, Albuquerque UP. 2014. The concept of hybridization and its contribution to urban ethnobiology. *Ethnobiology and Conservation* 6: 1-9.
- Ladio AH, Lozada M. 2004. Patterns of use and knowledge of wild edible plants in distinct ecological environments: a case study of a Mapuche community from northwestern Patagonia. *Biodiversity and Conservation* 3: 1153-1173.
- Laland KN, Brown GR. 2011. *Sense and Nonsense. Evolutionary perspectives of human behaviour.* Oxford, Oxford University Press.

- Leonti M, Sticher O, Heinrich M. 2002. Medicinal plants of the Popoluca, México: Organoleptic properties as indigenous selection criteria. *Journal of Ethnopharmacology* 81: 307-315.
- Medeiros PM, Ladio AH, Santos AMM, Albuquerque UP. 2013. Does the selection of medicinal plants by Brazilian local populations suffer taxonomic influence? *Journal of Ethnopharmacology* 146: 842-852.
- Mesoudi A. 2011. *Cultural evolution: how Darwinian theory can explain human culture & synthesize the social sciences*. Chicago, University of Chicago Press.
- Mesoudi A. 2015. Cultural evolution: a review of theory, findings and controversies. *Evolutionary Biology* 43: 481-497.
- Molares S, Ladio A. 2009. Chemosensory perception and medicinal plants for digestive ailments in a Mapuche community in NW Patagonia, Argentina. *Journal of Ethnopharmacology* 123: 397-406.
- Nascimento ALB, Lozano A, Melo JG, Alves RRN, Albuquerque UP. 2016. Functional aspects of the use of plants and animals in local medical systems and their implications for resilience. *Journal of Ethnopharmacology* 194: 348-357.
- Nickerson RS. 1998. Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. *Review of General Psychology* 2: 175-220.
- Quave CL, Pardo-de-Santayana M, Pieroni A. 2012. Medical Ethnobotany in Europe: From Field Ethnography to a More Culturally Sensitive Evidence-Based CAM? *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2012: 1-17.
- Rankin DJ, Bargum K, Kokko H. 2007. The tragedy of the commons in evolutionary biology. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 643-651.
- Rendell L, Fogarty L, Hoppitt WJ, Morgan TJ, Webster MM, Laland KN. 2011. Cognitive culture: theoretical and empirical insights into social learning strategies. *Trends in Cognitive Sciences* 15: 68-76.
- Reyes-García V, Broesch J, Calvet-Mir L, *et al.* 2009. Cultural transmission of ethnobotanical knowledge and skills: an empirical analysis from an Amerindian society. *Evolution and Human Behavior* 30:274-285.
- Reyes-García V. 2010. The relevance of traditional knowledge systems for ethnopharmacological research: theoretical and methodological contributions. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 6. doi: 10.1186/1746-4269-6-32.
- Reyes-García V, Aceituno-Mata L, Calvet-Mir L, *et al.* 2014. Resilience of traditional knowledge systems: the case of agricultural knowledge in home gardens of the Iberian Peninsula. *Global Environmental Change*: 24: 223-231.
- Reyes-García V, Guèze M, Luz AC, *et al.* 2013. Evidence of traditional knowledge loss among a contemporary indigenous society. *Evolution and Human Behavior* 34: 249-257.
- Richerson PJ, Boyd R. 2005. *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago, University of Chicago Press.

- Ross N, Timura C, Maupin J. 2012. The Case of Curers, Noncurers, and Biomedical Experts in Pichátaro, Mexico. Resiliency in Folk-Medical Beliefs. *Medical Anthropology Quarterly* 26: 159-181.
- Rozin P, Gruss L, Berk G. 1981. Reversal of innate aversions: attempts to induce a preference for chili peppers in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 93: 1001-1014.
- Santoro FR, Ferreira Júnior WS, Araújo TAS, Ladio AH, Albuquerque UP. 2015. Does Plant Species Richness Guarantee the Resilience of Local Medical Systems? A Perspective from Utilitarian Redundancy. *PLoS ONE* 10. doi: 10.1371/journal.pone.0119826.
- Soldati GT, Albuquerque UP. Ethnobotany in Intermedical Spaces: The Case of the Fulni-ô Indians (Northeastern Brazil). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2012: 1-13.
- Soldati GT, Hanazaki N, Crivos M, Albuquerque UP. 2015. Does Environmental Instability Favor the Production and Horizontal Transmission of Knowledge regarding Medicinal Plants? A Study in Southeast Brazil. *PLoS ONE* 10: e0126389. doi: 10.1371/journal.pone.0126389.
- Srithi K, Balslev H, Wangpakapattanawong P, Srisanga P, Trisonthi C. 2009. Medicinal plant knowledge and its erosion among the Mien (Yao) in northern Thailand. *Journal of Ethnopharmacology* 123: 335-342.
- Tanaka MM, Kendal JR, Laland KN. 2009. From traditional medicine to witchcraft: why medical treatments are not always efficacious. *PLoS ONE* 4. doi: 10.1371/journal.pone.0005192.
- Trimmer PC, Marshall JAR, Fromhage L, Mcnamara JM, Houston AI. 2013. Understanding the placebo effect from an evolutionary perspective. *Evolution and Human Behavior* 34: 8-15.
- Tversky A, Kahneman D. 1973. Availability: a heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology* 5: 207-232.
- Watson A, Power A, Brown C, El-Derey W, Jones A. 2012. Placebo analgesia: cognitive influences on therapeutic outcome. *Arthritis Research & Therapy* 14. doi: 10.1186/ar3783.
- Wiley SA. 1992. Adaptation and the biocultural paradigm in Medical Anthropology: a critical review. *Medical Anthropology Quarterly* 6: 216-236.

CAPÍTULO 5

Psicologia Evolucionista e ciências ambientais

Ulysses Paulino de Albuquerque, Joelson Moreno Brito de Moura,
Risoneide Henriques da Silva, Washington Soares Ferreira Júnior,
Taline Cristina da Silva



ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:

https://youtube.com/live/mV0c_S3vKL8



Obtivemos sucesso como espécie por meio de especializações mentais, também entendidas como *mecanismos psicológicos evoluídos*. Essas especializações foram selecionadas porque resolveram problemas em paleoambientes, sendo herdadas por gerações subsequentes de hominídeos. Ao explorar novas paisagens, por exemplo, os primeiros hominídeos precisavam identificar rapidamente situações potencialmente perigosas, quais árvores eram escaláveis e onde poderiam se abrigar. Essas decisões, que deviam ser rápidas, só foram possíveis porque mecanismos mentais previamente selecionados permitiram a avaliação da paisagem, mesmo que inconscientemente (ver Zajonc 1980; Townsend & Barton 2018).

Se assumirmos que a savana foi o “principal paleoambiente” de nossa evolução e que herdamos adaptações físicas e mentais de nossos ancestrais, o argumento supracitado é coerente. No entanto, a literatura indica que evoluímos a partir de diferentes linhagens e de inúmeros grupos de hominídeos coexistindo em uma ampla gama de ambientes e que mais de um ponto de origem do *Homo sapiens* pode ter existido (Foley *et al.* 2016; Stringer 2016). Isso significa que a evolução pode ter ocorrido de forma independente em diferentes áreas, com os hominídeos desenvolvendo subestruturas morfológicas que resultaram em um conjunto completo de características de *H. sapiens*. Stringer (2016) chama essa evolução independente de “multirregionalismo africano”, caracterizada por subdivisões interfértéis de *H. sapiens* em sua história evolutiva em toda a África.

Essa discussão é central para um programa que tenta investigar a evolução da mente humana e do comportamento humano. Discutir a origem dos seres humanos mostra-se, assim, essencial para a Psicologia Evolucionista e para entender como nossa mente funciona em relação ao meio ambiente e a todos os seus componentes.

A origem e a evolução do ser humano

A transição de florestas densas e fechadas para a savana pode ter ocorrido lentamente. Isso sugere que os primeiros hominídeos deixaram o dossel das árvores da floresta gradualmente, aventurando-se na savana da África Oriental para explorar os recursos disponíveis e identificar

perigos e locais seguros para dormir. Assim, comportamentos arbóreos podem ter coexistido com a locomoção bípede (ver Townsend & Barton 2018). Lucy, por exemplo, o mais famoso *Australopithecus afarensis*, tinha hábitos bípedes e arborícolas (Larson 2012).

Até recentemente, dados paleontológicos sugeriam que os primeiros homínídeos apareceram na África Central há 7 milhões de anos (Ma) (ver Böhme *et al.* 2017). No entanto, evidências recentes sugerem que o homínídeo mais antigo, *Graecopithecus freybergi*, viveu em um ambiente de savana na região da Grécia, entre 7,37 e 7,11 Ma, o que remete a 200 mil anos antes do período de vida do homínídeo mais antigo conhecido, *Sahelanthropus tchadensis*, encontrado na África (Böhme *et al.* 2017). Da mesma forma, acreditava-se que o *H. sapiens* se originou há cerca de 200 mil anos na África do Sul, mas evidências fósseis recentes sugerem que o *H. sapiens* apareceu cerca de 315 mil anos atrás no Marrocos, 100 mil anos antes do que se pensava anteriormente (Hublin *et al.* 2017; Richter *et al.* 2017). Esses fósseis têm uma mistura de características de *H. sapiens* fósseis presentes em outras partes da África, indicando uma gênese multicêntrica para nossa espécie (ver Hublin *et al.* 2017; Richter *et al.* 2017). Tal descoberta é consistente com a evidência genética de que a primeira divergência das populações humanas modernas ocorreu entre 350 mil e 260 mil anos atrás (Schlebusch *et al.* 2017). Além disso, um crânio de homínídeo, com cerca de 436 mil a 390 mil anos, foi descoberto recentemente na Gruta da Aroeira em Portugal, reforçando a ideia de que as origens humanas não ocorreram necessariamente em África (López-García *et al.* 2018). Embora a savana ainda seja considerada o principal cenário de nossa evolução, esses achados indicam que a origem e as grandes divisões na família dos homínídeos podem ter acontecido fora da África.

No entanto, se entendemos que o estabelecimento na savana foi importante para a sobrevivência dos homínídeos, é razoável inferir que, ao longo do tempo, a seleção natural favoreceu indivíduos mais adaptados às condições da savana. Esses indivíduos herdaram o aparato anatômico e cognitivo evoluído nesse ambiente e eram mais propensos a sobreviver e deixar descendentes. Trata-se, portanto, de um momento crucial na história evolutiva humana, já que muitos aspectos de nossa anatomia e

comportamentos atuais resultaram de soluções para desafios enfrentados pelos primeiros hominídeos (Townsend & Barton 2018).

Townsend & Barton (2018) argumentam que comportamentos e adaptações anatômicas dos primeiros hominídeos no Pleistoceno persistem ainda hoje. Como exemplo, pode-se citar o *reflexo de preensão palmar*, uma reação primitiva que consiste na capacidade de exercer uma forte pressão com as mãos em resposta à necessidade do primata de segurar a pele da mãe enquanto ela se movia pela copa das árvores. Durante a infância, por exemplo, há uma tendência de as crianças apresentarem comportamentos de escalada (como subir em árvores ou objetos escaláveis) que se enquadram na categoria de reflexo primitivo (Townsend & Barton 2018). Também a braquiação, usada ainda hoje por crianças e ginastas, foi essencial para os hominídeos nos paleoambientes da savana (Coss & Moore 2002). A braquiação refere-se a um método de mobilidade que depende da estrutura específica do ombro para se pendurar no galho da árvore e permitir que o braço balance em um círculo completo (Townsend & Barton 2018). Esses autores também sugerem que o tamanho padrão da mão humana é proporcional ao tamanho dos galhos das árvores capazes de suportar o peso de um ser humano durante uma escalada. Além disso, os humanos geralmente preferem árvores ramificadas na horizontal àsquelas ramificadas na vertical justamente porque facilitam a escalada.

Esses comportamentos podem ser entendidos como uma herança ancestral dos primeiros hominídeos, com nossa cognição e nossa anatomia tendo resultado de adaptações às pressões seletivas dos paleoambientes (Tooby & Cosmides 2015). Blome *et al.* (2012) demonstraram que o paleoclima africano de 150 mil a 30 mil anos atrás também apresentava variação regional, de modo que períodos de alta aridez ou umidade não ocorriam simultaneamente nas regiões norte, leste, tropical e sul da África. Segundo esses autores, tal heterogeneidade climática pode ter criado oportunidades para hominídeos migrarem para regiões adjacentes. Ademais, Coullhard *et al.* (2013) descobriram que, em climas úmidos há cerca de 100 mil anos, os principais sistemas fluviais africanos fluíram para o norte, através do Saara, e para o Mar Mediterrâneo. Esses autores acreditam que três rios agora enterrados podem ter sido ativos no período

de migração humana através do Saara, com a abundância de recursos hídricos criando rotas migratórias viáveis para os seres humanos.

Evidências mostram que os hominídeos se adaptaram a vários ambientes em uma ampla faixa latitudinal, como o norte temperado e subtropical da China e regiões tropicais do Sudeste Asiático (Roberts *et al.* 2016; Kong *et al.* 2018). O uso do fogo, que é uma prática frequentemente descrita na literatura sobre ambientes áridos, também tem sido observado em florestas tropicais (Friesem *et al.* 2017). Além disso, vestígios de atividades de forrageamento e a descoberta de ferramentas usadas para caçar animais arbóreos desafiam fortemente a ideia da adaptação evolutiva dos primeiros humanos ao ambiente árido da savana (Barker *et al.* 2007; Friesem *et al.* 2017).

Se os mecanismos cognitivos resultam de respostas a pressões seletivas do ambiente, grande parte de nossa mente também pode estar “presa” a ambientes evolutivos. Se isso for verdade, um desafio para os psicólogos evolucionistas seria ampliar o espectro dos ambientes em que evoluímos e a influência dos mecanismos psicológicos evoluídos na resolução de problemas diferentes daqueles encontrados na savana. Se a mente humana evoluiu em resposta às dificuldades impostas pelo ambiente e se o *H. sapiens* surgiu e evoluiu em diferentes ambientes, é possível que as respostas comportamentais humanas atuais, incluindo suas preferências, sejam reflexo dessa origem multicêntrica.

De fato, as evidências paleontológicas de que os hominídeos habitaram e exploraram vários ambientes no Pleistoceno sugerem que outros mecanismos psicológicos podem ter evoluído em períodos anteriores ou posteriores ao estabelecimento na savana. Exemplo disso pode ser visualizado em um estudo recente do nosso grupo de pesquisa, que mostrou que algumas pessoas, ao analisarem paisagens de savana, floresta tropical, tundra, deserto, floresta de coníferas, floresta decídua e paisagem urbana, preferem imagens de florestas tropicais verdes exuberantes (Moura *et al.* 2018). Ademais, as pessoas que vivem na Espanha tendem a preferir paisagens verdes densas e fechadas (Hartmann & Apaolaza-Ibáñez 2010). Como essa paisagem é típica da Espanha e no Brasil há grande apelo midiático para preservar a floresta amazônica, esses achados sugerem que estímulos recentes, ao invés de configurarem respostas inatas, podem exercer forte influência no comportamento humano.

Segundo Barrett (2012), as adaptações podem fornecer plasticidade para a mente humana e podem, também, integrar mecanismos – sejam mais gerais ou mais específicos – moldados pela história evolutiva com aqueles moldados pelo desenvolvimento ontogenético do indivíduo. Portanto, nossos mecanismos mentais podem ser de origem heterogênea, com novas estruturas evoluindo de estruturas mais antigas e características ancestrais sendo combinadas com características relativamente recentes (Barrett 2012). Assim, as adaptações cognitivas não são necessariamente o resultado de respostas às dificuldades impostas por um ambiente específico: elas podem refletir a seleção de estratégias gerais da mente humana para enfrentar desafios em diferentes ambientes.

O Ambiente de Adaptação Evolutiva (EEA) e a estruturação da mente humana

Compreender o ambiente evolutivo dos hominídeos é crucial para a Psicologia Evolucionista e outras disciplinas interessadas na evolução da mente humana. Ao encontro disso, Bowlby (1982) cunhou a expressão ambiente de adaptação evolutiva (AAE) para se referir ao ambiente que selecionou os genótipos atuais de um organismo. De acordo com essa perspectiva, é razoável supor que esses ambientes também tenham influenciado a seleção de traços mentais dos seres humanos. Nesse sentido, Frost (2011) propôs que, para os humanos, o AAE seria representado pela savana africana do Pleistoceno, ambiente provavelmente ocupado pelos primeiros *H. sapiens* antes de estes começarem a migrar para outros continentes, há cerca de 50 mil anos. Muitos autores argumentam que os mecanismos psicológicos humanos evoluíram em resposta às características estáveis dos ambientes de savana (Tooby & Cosmides 1992; 2005), de modo que a reconstrução desses ambientes seletivos poderia indicar a razão pela qual os humanos têm propensão a certos tipos de pensamentos, motivações e comportamentos (Foley 1996).

No entanto, as evidências mencionadas anteriormente da evolução dos hominídeos em diferentes áreas do continente africano parecem desafiar a hipótese da savana (ver Bolhuis *et al.* 2011). Assim, o AAE

humano pode compreender uma infinidade de ambientes geográficos e temporais, já que se tornou menos específico, englobando não só a savana africana (ver Tooby & Cosmides 2015), mas também os outros ambientes seletivos em que os humanos viveram ao longo da sua evolução. Como consequência, além da savana africana, os humanos podem ter desenvolvido mecanismos psicológicos em outros ambientes (ver Hartmann & Apaolaza-Ibáñez 2010; 2013; Moura *et al.* 2018) (ver Figura 1).

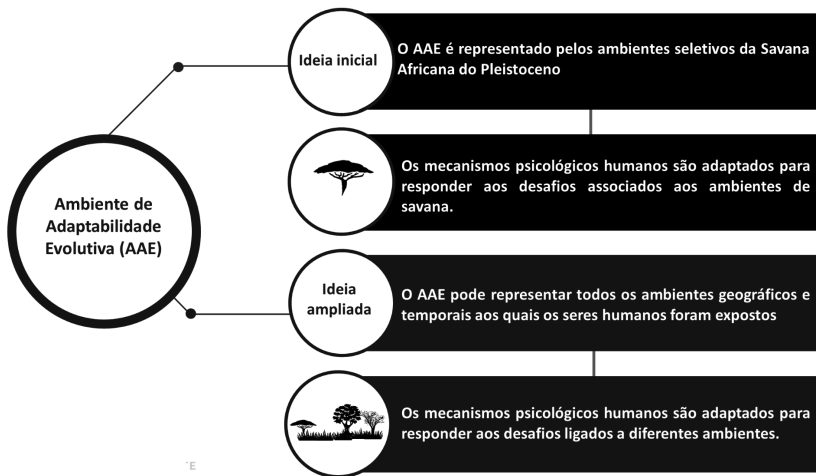


Figura 1. Ambiente de Adaptação Evolutiva (AAE), versão original e versão estendida.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estudos sobre a preferência humana por paisagens, por exemplo, fornecem evidências de que esses mecanismos psicológicos podem ter sofrido interferência da interação entre humanos e diferentes ambientes ancestrais. Orians (1980) argumenta que a savana, por ser um ambiente aberto, possibilitou aos primeiros hominídeos uma percepção mais acurada da aproximação de predadores. Isso sugere a evolução de um mecanismo psicológico em humanos para preferir paisagens de savana – a *hipótese da savana*. No entanto, vários estudos relataram em humanos preferência a ambientes distintos dos das savanas africanas (ver Han 2007; Hartmann & Apaolaza-Ibáñez 2010, 2013; Moura *et al.* 2018).

Alguns estudos tentaram entender como nossa espécie lembra informações relevantes para a sobrevivência, fornecendo evidências de como a mente humana pode ter mecanismos psicológicos evoluídos que lidam com situações de risco em diferentes ambientes. Yang *et al.* (2014) observaram que as pessoas, em ambos os cenários de sobrevivência ancestrais e não ancestrais ou modernos, lembraram palavras importantes em uma situação de sobrevivência. Em outro estudo, Young *et al.* (2012) descobriram que ameaças em ambientes modernos – como armas de fogo e carros – capturam e mantêm a atenção da mesma forma que seria esperado para ameaças em ambientes ancestrais – como cobras e aranhas. Esses achados levam a acreditar que a seleção natural favoreceu mecanismos psicológicos que lidam com desafios independentemente do tipo de ambiente. Assim, invenções humanas (por exemplo, armas de fogo e carros) imersas na cultura e no ambiente podem estar atuando como uma força seletiva que ativa mecanismos psicológicos modernos. Esse fato parece indicar que a construção de nicho humana⁸ interfere nos próprios mecanismos psicológicos e nos mecanismos de outras espécies. Tal interpretação encontra respaldo em relatos de que mecanismos psicológicos que favorecem a recordação de informações relevantes para a sobrevivência podem ser observados em pessoas que ocupam diferentes contextos ambientais e culturais contemporâneos (ver Barrett & Broesch 2012; Barrett *et al.* 2016). Por exemplo, Barrett e Broesch (2012) descobriram que crianças que vivem na cidade de Los Angeles, na Califórnia, e crianças de uma vila em Shuar, na Amazônia equatoriana, tiveram altos níveis de recordação quando imagens e informações sobre o nome e a dieta de animais perigosos foram apresentadas.

8 O processo em que os organismos, por meio de suas atividades e decisões, modificam seus próprios ambientes e os dos outros. As modificações ambientais geradas pelos construtores de nicho influenciam as pressões seletivas de seu ambiente e podem levar a alterações em suas atividades metabólicas, fisiológicas e comportamentais. (Odling-Smee *et al.* 2003; Laland & O'Brien 2012; Flynn *et al.* 2013; Matthews *et al.* 2014).

A evolução dotou nossa espécie de uma mente naturalista?

Acreditamos que muitas das decisões e dos comportamentos humanos de hoje são influenciados pelos mesmos mecanismos psicológicos presentes em nossos ancestrais. Um exemplo disso seria a capacidade de recordar informações relevantes para a sobrevivência (ver Nairne *et al.* 2007), como informações acerca de cobras e aranhas (ver Young *et al.* 2012). No entanto, também acreditamos que alguns desses mecanismos psicológicos ancestrais se ajustaram às adversidades dos novos ambientes que os humanos ocuparam ao longo de sua evolução. Consequentemente, mecanismos psicológicos derivados evoluíram de mecanismos psicológicos ancestrais – a capacidade de recordar informações que remetem a uma situação de risco em um ambiente moderno, como armas de fogo e carros, é evidência de um mecanismo psicológico ajustado à realidade dos ambientes contemporâneos (ver Young *et al.* 2012).

Barrett (2012) relativiza a influência dos ambientes ancestrais no presente – no que concerne a mecanismos psicológicos evoluídos moldados nesses ambientes –, considerando os módulos cognitivos inatos como mecanismos especializados para resolver um problema adaptativo específico. No entanto, se as adaptações no cérebro são análogas às adaptações no corpo, é provável que sejam heterogêneas e hierárquicas (Barrett 2012). Uma organização hierárquica é uma característica de sistemas que evoluem e desenvolvem novas estruturas a partir de estruturas mais antigas. Essas adaptações são, portanto, uma combinação de traços ancestrais e recentes (Barrett 2012). Assim, as adaptações mentais podem ser construídas durante o desenvolvimento ontogenético (ver Barrett 2012), e, à medida que ocorrem mudanças no ambiente social do indivíduo, pode haver uma seleção de preferências ou comportamentos “adormecidos” que nunca ou raramente seriam gerados pelo cérebro se o ambiente permanecesse estático (ver Barrett 2012).

Um estudo de Sandry *et al.* (2013) forneceu evidências da organização hierárquica da mente humana: esses autores demonstraram que as pessoas não se lembram de informações adaptativas de maneira semelhante. Ao estudar a memorização de palavras em diferentes cenários – sobrevivência, medo e fobia, seleção de parceiros, evitação de incesto, detecção

de trapaceiros, ciúmes, infidelidade e aquisição e manutenção de *status* –, eles descobriram que o cenário de sobrevivência superou o número de palavras lembradas pelas pessoas quando comparado aos demais cenários (que também foram considerados adaptativos). Se a memória humana fosse um sistema não hierárquico, todos esses mecanismos psicológicos deveriam promover a recordação igualmente.

Essas evidências sugerem que os mecanismos psicológicos evoluíram por meio de processos de descendência com modificação, indicando a formação da cognição humana mediante uma combinação de mecanismos psicológicos ancestrais e derivados (Barret 2012). Isso deve ter tornado os processos cerebrais altamente heterogêneos e possivelmente organizados hierarquicamente, com informações organizadas na memória humana de acordo com sua relevância para lidar com as adversidades ambientais impostas. Assim, diante de tais adversidades, algum *mecanismo psicológico ancestral ou derivado* – ou ambos ao mesmo tempo – seria ativado (ver figura 2).

Albuquerque & Ferreira Júnior (2017) argumentam que a evolução nos proporcionou uma mente naturalista que evoluiu para responder às inúmeras e complexas relações e desafios que o meio ambiente impõe à nossa espécie. Os desafios incluem o que comer (por exemplo, plantas e animais), onde procurar comida, como tratar doenças ou lidar com acidentes com os recursos fornecidos pela natureza, onde se refugiar e como evitar predadores e animais venenosos. A mente naturalista, como um dos componentes da mente humana, resultaria também das inúmeras pressões seletivas do ambiente ancestral ou moderno ao qual nossa espécie está submetida. Um dos primeiros estudos utilizando o conceito de mente naturalista constatou que a mente humana favorece a recuperação e o armazenamento de informações sobre doenças e plantas associadas ao seu tratamento quando essas doenças são frequentes (doenças comuns) ou relacionadas a experiências anteriores do indivíduo (Silva *et al.* 2019). Os autores esperavam descobrir que doenças graves, normalmente debilitantes ou fatais, seriam favorecidas na memória. No entanto, esse não foi o caso. A modulação da frequência da doença a partir de experiências anteriores sugere que existe, de fato, uma hierarquia na mente. Curiosamente, um padrão semelhante é observado em relação a outros fenômenos, como

quando as pessoas lidam com riscos ambientais ou catástrofes (ver Ruin *et al.* 2007; Miceli *et al.* 2008; Gibbons & Groarke 2016). Isso levou Ferreira Júnior *et al.* (2019) a formularem o *princípio da regularidade*. De acordo com esse princípio, a mente humana é tendenciosa por se organizar com base nos eventos regulares de nossa experiência. O Quadro 1, a seguir, resume o que assumimos sobre a mente naturalista.

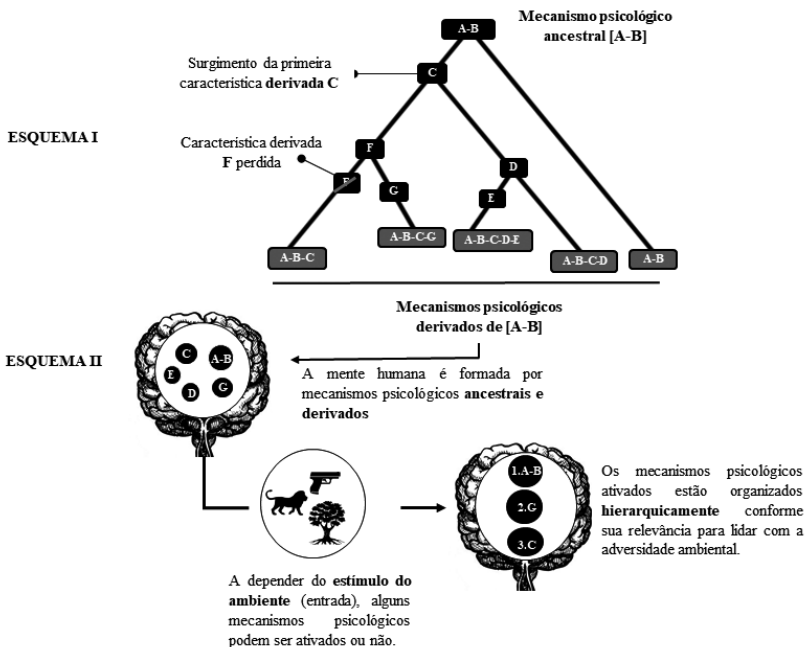


Figura 2. Estrutura da mente naturalista humana: “Esquema I” mostra um cladograma com os mecanismos psicológicos ancestrais e derivados que constituem a mente humana. O Esquema II ilustra os mecanismos psicológicos ancestrais e derivados distribuídos na mente humana e como eles podem ser ativados; os mecanismos psicológicos são organizados hierarquicamente de acordo com sua relevância para lidar com as adversidades ambientais. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Quadro 1. Estrutura e comportamento da mente naturalista humana.

Origem

- A mente naturalista é fruto de todas as pressões seletivas ocorridas ao longo da linhagem homínida em ambientes evolutivos. Assim, mecanismos psicológicos evoluídos respondem a diferentes desafios ambientais, não estando necessariamente vinculados a determinado ambiente (como à savana do Pleistoceno, por exemplo).
- A memória, como um dos componentes da mente naturalista, prioriza o conteúdo com viés adaptativo, organizando o conteúdo hierarquicamente. Desse modo, informações relacionadas à sobrevivência ambiental podem ser priorizadas sobre outras informações adaptativas. Isso significa que os perigos ancestrais não serão necessariamente priorizados em detrimento dos perigos modernos.

Fisiologia

- A mente naturalista, moldada durante a evolução, pode levar nossa espécie a experimentar *atrasos adaptativos*. No entanto, como as respostas culturais operam mais rapidamente que a evolução biológica, as atividades humanas de construção de nichos podem modular a existência ou não de *defasagens adaptativas*.
- As possíveis respostas mentais geradas no ambiente ancestral podem ser moduladas pela experiência prévia do indivíduo com determinado fenômeno.
- A frequência (regularidade) de determinado fenômeno influencia os processos cognitivos associados à mente naturalista, de modo que fenômenos menos comuns ou raros tendem a ser negligenciados, a menos que sejam modulados pela experiência anterior.

O passado explica o presente? Seres humanos e paisagens

Uma paisagem pode ser definida como o espaço de interação das pessoas com o meio ambiente, e a forma como os humanos se relacionam com esses espaços pode revelar fortes raízes evolutivas. A hipótese da biofilia, por exemplo, propõe que as pessoas possuem uma predisposição emocional e afetiva inata para os seres vivos, sejam eles animais, plantas ou processos (Wilson 1993). As pessoas tendem, assim, a preferir imagens de ambientes naturais a imagens de ambientes urbanos, tendência que se

acentua quando há árvores representadas (Ulrich 1983). Além disso, os humanos processam estímulos visuais da natureza com mais eficiência do que estímulos oriundos de ambientes urbanos, o que pode provocar sentimentos e emoções favoráveis às paisagens naturais (Townsend & Barton 2018). Ao contemplar uma paisagem, seja urbana ou natural, respostas emocionais, que podem levar a atitudes positivas ou negativas, são suscitadas nas pessoas (ver Bargh *et al.* 1992).

Evidências mostram, ainda, que algumas pessoas apreciam paisagens contendo lagos ou rios (Ulrich 1983) e sentem mais liberdade em ambientes com vegetação exuberantemente verde do que em paisagens urbanas (Hartmann & Apaolaza-Ibáñez 2010). Tais reações afetivas podem ser decorrentes de aspectos estéticos da paisagem (Han 2007; Ode *et al.* 2009; Lee & Son 2017).

A afinidade dos seres humanos com os elementos vivos pode ser resultado da relação contínua dos homínídeos com a natureza durante sua história evolutiva. Essa afinidade pode influenciar aspectos da cognição humana relacionados ao uso e manejo dos recursos naturais (Albuquerque & Ferreira Júnior 2017), bem como respostas emocionais e preferências por componentes estéticos da natureza. Nesse caso, alguns cenários naturais se destacam mais do que outros (Orians & Heerwagen 1992), fazendo com que habitantes de países como Austrália, Nigéria, África do Sul, Estados Unidos, Estônia e Itália, por exemplo, prefiram paisagens abertas contendo árvores esparsas com copa larga e estratificada, características da savana do Pleistoceno Africano (ver Orians & Heerwagen 1992; Sommer 1997; Summit & Sommer 1999; Herzog *et al.* 2000; Falk & Balling 2010). Orians e Heerwagen (1992) sugerem que essa preferência tem origem evolutiva e resulta da importância do ambiente de savana para a sobrevivência dos homínídeos durante o Pleistoceno. A savana ofereceu aos primeiros seres humanos um conjunto de possibilidades (tais como uma vista panorâmica do ambiente aberto e árvores que eram fáceis de escalar) que os ajudaram a escapar de predadores e a procurar comida e abrigo sob suas copas (Appleton 1975; Orians & Heerwagen 1992; Townsend & Barton 2018). Assim, a savana pode ter desempenhado um papel relevante durante a evolução humana, mas não o mais proeminente. Como habitamos outros ambientes no Pleistoceno,

com diferentes desafios, as estratégias de sobrevivência para a savana foram potencialmente modificadas, aprimoradas e combinadas com outras estratégias ou, até mesmo, abandonadas ao longo do tempo.

Segundo Tooby & Cosmides (2015), o período em que fomos caçadores-coletores em paleoambientes se mostrou crucial para a evolução de nossa mente. Os processos evolutivos são lentos e precisam de centenas de gerações para construir um programa “mental” altamente complexo, o que significa que as mentes humanas ainda estariam adaptadas ao mundo de nossos ancestrais. Para esses autores, a revolução industrial, inclusive a revolução agrícola, constitui um período muito breve para ter selecionado novos programas neurocomputacionais de qualquer complexidade. É preciso considerar que as pessoas comumente experimentam um atraso adaptativo ao enfrentar os desafios das sociedades industrializadas, porque esses ambientes são diferentes do ambiente em que evoluímos. Assim, o gosto por alimentos gordurosos, por exemplo, consiste em um comportamento adaptativo para ambientes ancestrais, nos quais a gordura era escassa, mas não é adaptativo ao ambiente atual, pois aumenta a incidência de doenças cardiovasculares (Cosmides & Tooby 2003).

A influência do patrimônio passado na interação entre pessoas e paisagens e, conseqüentemente, a existência de defasagens adaptativas têm sido debatidas por estudiosos. Alguns argumentam que essa perspectiva ignora os processos evolutivos que permitiram o sucesso reprodutivo dos humanos, como a capacidade de se ajustar a ambientes variados em que vivem (ver Laland & O’Brien 2012). Laland & Brown (2006), por sua vez, defendem que os seres humanos não experimentam atrasos adaptativos, justamente porque têm a capacidade de construir e reconstruir componentes-chave de seus ambientes para atender às suas necessidades. Essa capacidade adaptativa de humanos e de outros organismos é entendida como construção de nicho e ocorre em resposta aos desafios ambientais criados por seus ancestrais (ver Lewontin 1982; Odling-Smee *et al.* 2003; Laland & Brown 2006; Laland & O’Brien 2012). Desse modo, mesmo que haja consumo excessivo de alimentos gordurosos, por exemplo, o ser humano cria nichos para solucionar esse problema, como o desenvolvimento de medicamentos e a prática de exercícios físicos.

Devido à diversidade cultural e ambiental em que vivemos e nos desenvolvemos, a preferência pela paisagem entre os humanos também é diversa. Exemplo disso é a preferência entre os japoneses por paisagens de jardins feudais em centros urbanos, que varia de acordo com a distância dos edifícios e com a experiência de vida pessoal (Senoglu *et al.* 2018). Colley & Craig (2019) observaram que, na Escócia, se as pessoas percebem uma paisagem como natural (ou seja, com pouca intervenção humana), o apego emocional à paisagem aumenta, influenciando suas preferências. Além disso, indivíduos que vivem na China preferem ambientes com equilíbrio entre natureza selvagem e construções humanas, como riachos canalizados em vegetação nativa (ver Hu *et al.* 2019). Assim, fatores ambientais recentes podem influenciar as preferências inatas humanas por paisagens.

Como nossa mente lida com informações sobre outros seres vivos?

Em suas interações com os ambientes, os humanos tiveram de lidar com eventos perigosos que ameaçavam a sobrevivência ancestral, de forma que estratégias de aprendizado como tentativa e erro podem ter sido importantes para evitar tais ameaças ao longo do tempo. No entanto, esse método de tentativa e erro nem sempre se mostra vantajoso, pois os custos de aprendizagem aumentam em situações como o contato com animais peçonhentos. Nesse contexto, podem ter sido selecionadas estratégias que favoreçam a aprendizagem de determinadas informações do ambiente (ver Rendell *et al.* 2011; Barrett & Broesch 2012). Assim, os primeiros hominídeos que se lembravam e aprendiam rapidamente como evitar certos componentes do ambiente (por exemplo, animais perigosos) e como reconhecer e selecionar recursos naturais (por exemplo, frutas) teriam uma vantagem sobre outros que não possuísem tais habilidades ou comportamentos.

Na hipótese da biofilia, Wilson (1993) propõe que os comportamentos de aproximar (biofilia) e evitar (biofobia) certos componentes do ambiente podem ter uma base biológica-evolutiva. Esses comportamentos resultam

da seleção natural para promover a sobrevivência dos humanos em suas interações com o meio ambiente (ver Kellert 1993), tendo como principal motivação a demanda por alimentos no ambiente ancestral. Rozin & Todd (2015) argumentam que, durante a evolução humana, a necessidade de alimentos e nutrientes exigiu mais tempo e esforço cognitivo do que outras atividades realizadas pelos hominídeos. Por isso, a seleção de alimentos, fundamental para a evolução da mente humana e estruturação da cultura, não foi uma tarefa fácil, requerendo cautela para evitar a ingestão de toxinas e outras substâncias não nutritivas. A necessidade de diferenciar o tóxico do nutritivo levou os humanos a se especializarem ao longo do tempo, por meio da seleção natural (Rozin & Todd 2015). Embora a interação humano-alimento durante a evolução seja um caminho promissor para entender nossa estrutura cognitiva – e um assunto de grande interesse para a Etnobiologia Evolutiva (ver Albuquerque & Ferreira Júnior 2017) –, tal temática ainda é negligenciada no campo da Psicologia Evolucionista (Rozin & Todd 2015).

Além disso, como mencionado anteriormente, evidências sugerem um viés na memória humana para aprender informações relacionadas a animais perigosos. Tendo isso em vista, Broesch *et al.* (2014) avaliaram a retenção de memória sobre informações relacionadas ao perigo dos animais (por exemplo, se eram venenosos ou não) em jovens e adultos indígenas das Ilhas Fiji. Eles observaram que as informações sobre perigo e toxicidade foram mais bem retidas pelos jovens, enquanto os adultos não mostraram retenção preferencial para essas informações. Em contrapartida, outros estudos indicaram que o uso de imagens de animais perigosos pode aumentar a recuperação e retenção de informações em adultos (Kock *et al.* 2008; Riaz *et al.* 2018).

Além de recuperar informações da memória, os humanos podem possuir outras características que respondem rapidamente a animais perigosos. Estudos neurobiológicos indicaram que a amígdala de primatas, incluindo humanos, é capaz de sintonizar áreas visuais do cérebro para perceber estímulos relacionados ao medo (ver Prokop & Randler 2018). Já pesquisas sobre atenção visual mostraram que animais perigosos, como leões e cobras, capturam e mantêm a atenção de humanos mais rapidamente do que animais não perigosos (Yorzinski *et al.* 2014). Ao encontro

disso, observou-se que bebês aos cinco meses de idade olham por mais tempo para imagens que representam esquematicamente uma aranha do que para imagens com esquemas aleatórios (Rakison & Derringer 2008). Isso pode refletir uma resposta evoluída para detectar mais rapidamente e focalizar animais perigosos (Yorzinski *et al.* 2014; Prokop & Randler 2018). Segundo Tooby & Cosmides (2015), esse fato também poderia explicar as fobias modernas associadas a tais animais. No entanto, essas respostas são moduladas culturalmente. Por exemplo, os Maasai no Quênia avaliaram os leões como esteticamente mais atraentes do que as hienas (Pinho *et al.* 2014) – cabe lembrar que os leões são de grande importância cultural para o povo Maasai (Pinho *et al.* 2014), sugerindo que a cultura pode modular as respostas humanas a animais perigosos.

A aversão a animais perigosos pode ser aprendida rapidamente observando as reações de outros indivíduos a esses animais. Em um estudo com macacos (*Macaca mulata*) criados em laboratório, Cook & Mineka (1990) mostraram que indivíduos jovens podem rapidamente adquirir medo de cobras apenas observando as reações de medo de outros indivíduos em relação a esses animais em vídeos. No entanto, os observadores não tiveram medo de flores depois de assistir a vídeos editados exibindo indivíduos que tinham medo desses elementos. Isso sugere que o medo é aprendido mais rapidamente quando direcionado a animais perigosos. Da mesma forma, bebês de sete a 18 meses prestaram mais atenção às imagens de cobras quando associadas a uma voz humana assustada do que a uma voz alegre (DeLoache & LoBue 2009). Tal aprendizado pode ter sido importante para a sobrevivência dos primeiros hominídeos, pois os indivíduos não precisariam de experiência direta com animais perigosos para adquirir o comportamento de evitar esses animais.

Mecanismos adaptativos também são ativados em relação às plantas. Prokop & Fančovičová (2014) investigaram crianças expostas a informações de plantas tóxicas e não tóxicas associadas a imagens de frutas de diferentes cores – vermelho e preto para plantas tóxicas e verde para plantas não tóxicas. Eles descobriram que as informações das plantas associadas a frutas vermelhas e pretas eram mais bem retidas na memória das crianças, possivelmente devido à sua associação com frutas tóxicas. Outro estudo mostrou que plantas tóxicas foram detectadas visualmente

por humanos significativamente primeiro do que plantas não tóxicas (Prokop & Fančovičová 2018). Acredita-se, portanto, que a capacidade de recordar informações sobre a toxicidade das plantas possa ter dado aos humanos a capacidade de identificar e evitar alimentos potencialmente prejudiciais à sua sobrevivência.

Além do comportamento de aversão, as pessoas apresentam comportamentos que promovem contato e interação com animais e plantas (biofilia), demonstrando respostas emocionais positivas em relação a animais com certas características (Prokop & Randler 2018). Martín-López *et al.* (2008) realizaram uma meta-análise de 60 estudos e evidenciaram que as pessoas são mais propensas a pagar pela conservação de animais devido a fatores antropocêntricos do que científicos. Os fatores antropocêntricos incluem características animais preferidas pelas pessoas, como comprimento, peso e tamanho dos olhos. Em relação às plantas, alguns estudos mostraram que as pessoas preferem paisagens de árvores com copas maiores e troncos mais curtos (para uma revisão, ver Townsend & Barton 2018), preferência essa que parece ser produzida por adaptação psicológica, indicando que indivíduos que tiveram sensações positivas em resposta a essas árvores foram selecionados porque essas árvores lhes ofereciam segurança e abrigo (Townsend & Barton 2018).

Sabe-se, ainda, que o grau de interação das pessoas com a natureza pode promover comportamentos positivos direcionados a outros animais. Um estudo realizado na China descobriu que crianças que vivem em áreas rurais e têm mais contato com a natureza apresentam maior probabilidade de proteger e gostar de animais (biofilia) do que crianças de regiões urbanizadas, o que sugere que o contato dos humanos com a natureza pode auxiliar a promover estratégias de conservação (Zhang *et al.* 2014). Sampaio *et al.* (2018), por sua vez, observaram que o contato das crianças com as florestas influenciou seu conhecimento sobre a biodiversidade local. Nesse estudo, em que as crianças foram estimuladas a expressar seus conhecimentos por meio de desenhos, os autores constataram que aquelas que tinham mais contato com as florestas também tinham maior conhecimento sobre os animais nativos da região. Segundo Zhang *et al.* 2014, a proximidade das crianças com a floresta chamou a atenção para os componentes desse ambiente, lançando as bases para a

construção do conhecimento. Esse fato indica que o ambiente em que o ser humano vive pode influenciar sua cognição, sendo responsável por promover e mediar comportamentos humanos, como ser propenso ou não à preservação da natureza.

Desafios futuros para as Ciências Ambientais

Penn (2003) ofereceu uma síntese de uma série de abordagens evolutivas que fornecem *insights* sobre a natureza humana e seu papel nos eventos ambientais atuais. Para ele, o crescimento populacional é uma das grandes questões ecológicas atuais – existem cerca de sete bilhões de pessoas no planeta e criar políticas públicas efetivas para estabilizar esse crescimento requer entender as raízes evolutivas do problema. De uma perspectiva evolutiva, a autorregulação reprodutiva deve ser esperada, já que, tendo em vista o fato de a alta taxa demográfica perturbar o equilíbrio populacional e ambiental, conforme defendido pela *teoria da transição demográfica*, essa resposta adaptativa fornece a melhor chance de sobrevivência (veja discussão recente em Brooks *et al.* 2019; Salvati *et al.* 2019). Contudo, enquanto, em algumas sociedades tradicionais, o sucesso reprodutivo está positivamente associado ao aumento da riqueza, em países desenvolvidos ricos, a fecundidade tende a cair à medida que as pessoas optam por ter menos filhos para melhorar sua qualidade de vida (Penn 2003). Portanto, são necessários mais estudos que analisem a influência de fatores evolutivos e culturais na dinâmica demográfica atual.

Outro aspecto a ser ponderado no desenvolvimento de políticas para lidar com ameaças ambientais de longo prazo é *desconsiderar o futuro*, ou seja, os problemas ambientais que podem surgir em um futuro distante, dando mais ênfase ao presente (Penn 2003; Henry *et al.* 2017). Acredita-se que a seleção natural possa ter favorecido hominídeos que *desconsideravam o futuro*, posto que a expectativa de vida era relativamente curta e o futuro, incerto, tornando crucial o foco nas necessidades presentes, o que aumentava a sobrevivência individual e o sucesso reprodutivo (Penn 2003). Assim, uma boa estratégia de conservação seria associar taxas de desconto de tempo às políticas de conservação da natureza, uma vez que

isso pode fornecer expectativas mais realistas de resposta humana a essas políticas (Henry *et al.* 2017).

Além disso, os humanos tendem a usar os recursos naturais de acordo com seus próprios interesses, colocando os interesses sociais em segundo plano e, como consequência, potencialmente levando à exaustão dos recursos (Penn 2003). Esse tipo de comportamento foi proposto por Hardin (1968) como a *tragédia dos comuns*. Corroborando tal perspectiva, um estudo de Scheiter *et al.* (2019) mostrou que, nas savanas rurais africanas, as pessoas usam campos abertos para pastagem ou caça de forma intensiva, ultrapassando o nível ótimo. Esses autores propõem isso como um exemplo da tragédia dos comuns que comprometerá os serviços ecossistêmicos no futuro. No entanto, as populações humanas são capazes de se adaptar e desenvolver regras para gerir eficazmente os recursos comuns, evitando a tragédia dos comuns (para um argumento mais completo, ver Šestáková & Plichtová 2019).

Nesse sentido, é fundamental compreender as restrições e a amplitude da influência dos mecanismos psicológicos evoluídos nas relações do ser humano moderno com o meio ambiente. A Psicologia Evolucionista está interessada em entender melhor não apenas os problemas e desafios ambientais (tendo como pano de fundo as atitudes dos seres humanos), mas também a maneira como modelamos nossas múltiplas relações com a natureza. Penn (2003) argumenta que ainda estamos caminhando para uma compreensão dos problemas ambientais a partir de uma perspectiva evolutiva.

Neste capítulo, apresentamos uma breve visão geral de como os mecanismos psicológicos evoluídos ajudam a entender os humanos modernos. No entanto, assim como avançamos lentamente na compreensão dos desafios ambientais gerados pela atividade humana, nossa compreensão de outros aspectos da relação entre o ser humano e o meio ambiente ainda é incipiente.

Acreditamos que o diálogo com outros campos da ciência pode ser proveitoso para uma melhor compreensão, do ponto de vista evolutivo, da relação entre o humano e o meio ambiente. Embora uma perspectiva evolutiva não seja exclusiva da Etnobiologia Evolutiva, ela fornece um ponto de vista alternativo ou adicional (Albuquerque & Ferreira Júnior

2017; Albuquerque *et al.* 2019) que compartilha do interesse em compreender a história ecológica e evolutiva por trás de nossas relações com o meio ambiente.

Referências

- Albuquerque UP, Ferreira Júnior WS. 2017. What do we study in evolutionary ethnobiology? Defining the theoretical basis for a research program. *Evolutionary Biology* 44: 206-215.
- Albuquerque UP, Nascimento ALB, Chaves LS, *et al.* 2019. A brief introduction to niche construction theory for ecologists and conservationists. *Biological Conservation* 237: 50-56.
- Appleton J. 1975. *The experience of landscape*. Wiley, London.
- Bargh JA, Chaiken S, Gendler R, Pratto F. 1992. The generality of the automatic attitude activation effect. *Journal of Personality and Social Psychology* 62: 893-812.
- Barker G, Barton H, Bird M, *et al.* 2007. The “human revolution” in lowland tropical Southeast Asia: the antiquity and behaviour of anatomically modern humans at Niah Cave (Sarawak, Borneo). *Journal of Human Evolution* 52: 243-261.
- Barrett HC. 2012. A hierarchical model of the evolution of human brain specializations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 10733-11740.
- Barrett HC, Broesch J. 2012. Prepared social learning about dangerous animals in children. *Evolution and Human Behavior* 33: 499-508.
- Barrett HC, Peterson CD, Frankenhuys WE, 2016. Mapping the cultural learnability landscape of danger. *Child Development* 87: 770-781.
- Böhme M, Spassov N, Ebner M, *et al.* 2017. Messinian age and savannah environment of the possible hominin *Graecopithecus* from Europe. *PLoS ONE* 12: e0177347.
- Blome MW, Cohen AS, Tryon CA, Brooks AS, Russell J. 2012. The environmental context for the origins of modern human diversity: A synthesis of regional variability in African climate 150,000-30,000 years ago. *Journal of Human Evolution* 62: 563-592.
- Bolhuis JJ, Brown GR, Richardson RC, Laland KN. 2011. Darwin in mind: New opportunities for evolutionary psychology. *PLoS Biology* 9: 1-8.
- Bowlby J. 1982. *Loss: sadness and depression*. New York, Basic Book Publishers.
- Broesch J, Barrett HC, Henrich J. 2014. Adaptive content biases in learning about animals across the life course. *Human Nature* 25: 181-199.
- Brooks DJ, Brooks SG, Greenhill BD, Haas ML. 2019. The demographic transition theory of war: Why young societies are conflict prone and old societies are the most peaceful. *International Security* 43: 53-95.

- Colley K, Craig T. 2019. Natural places: Perceptions of wildness and attachment to local greenspace. *Journal of Environmental Psychology* 61: 71-78.
- Cook M, Mineka S. 1990. Selective associations in the observational conditioning of fear in rhesus monkeys. *Journal of Experimental Psychology* 16: 372-389.
- Cosmides L, Tooby J. 2003. Evolutionary psychology: Theoretical foundations. In: Nadel L. (ed.) *Encyclopedia of cognitive science*. London, Macmillan. p. 54-64.
- Coss RG, Moore M. 2002. Precocious knowledge of trees as antipredator refuge in preschool children: An examination of aesthetics, attributive judgments, and relic sexual dimorphism. *Ecological Psychology* 14: 181-222.
- Coulthard TJ, Ramirez JA, Barton N, Rogerson M, Brucher T. 2013. Were rivers flowing across the Sahara during the Last Interglacial? Implications for human migration through Africa. *PLoS ONE* 8: e74834.
- DeLoache JS, LoBue V. 2009. The narrow fellow in the grass: human infants associate snakes and fear. *Developmental Science* 12: 201-207.
- Falk JH, Balling JD. 2010. Evolutionary influence on human landscape preference. *Environment and Behavior* 42: 479-493.
- Ferreira Júnior WS, Medeiros PM, Albuquerque UP. 2019. Evolutionary ethnobiology. *Encyclopedia of Life Sciences* 2019: 1-6.
- Flynn EG, Laland KN, Kendal RL, Kendal JR. 2013. Developmental niche construction. *Developmental Science* 16: 296-313.
- Foley R. 1996. The adaptive legacy of human evolution: a search for the environment of evolutionary adaptedness. *Evolutionary Anthropology* 4: 194-203.
- Foley RA, Martin L, Lahr MM, Stringer C. 2016. Major transitions in human evolution. *Philosophical Transactions Royal Society B* 371: 1-8.
- Friesem DE, Lavi N, Madella M, Boaretto E, Ajithparsad P, French C. 2017. The formation of fire residues associated with hunter-gatherers in humid tropical environments: A geo-ethnoarchaeological perspective. *Quaternary Science Reviews* 171: 85-99.
- Frost P. 2011. Human nature or human natures? *Futures* 43: 740-748.
- Gibbons A, Groarke A. 2016. Can risk and illness perceptions predict breast cancer worry in healthy women? *Journal of Health Psychology* 21: 1-11.
- Han KT. 2007. Responses to six major terrestrial biomes in terms of scenic beauty, preference, and restorativeness. *Environment and Behavior* 39: 529-556.
- Hardin G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162: 1243-1248.
- Hartmann P, Apaolaza-Ibáñez V. 2010. Beyond savanna: An evolutionary and environmental psychology approach to behavioral effects of nature scenery in green advertising. *Journal of Environmental Psychology* 30: 119-128.
- Hartmann P, Apaolaza-Ibáñez V. 2013. Desert or rain: Standardisation of green advertising versus adaptation to the target audience's natural environment. *European Journal of Marketing* 47: 917-933.

- Henry AD, Christensen AE, Hofmann R, Steimanis I, Vollan B. 2017. Influence of sea level rise on discounting, resource use and migration in small-island communities: an agent-based modelling approach. *Environmental Conservation* 44: 381-388.
- Herzog TR, Herbert EJ, Kaplan R, Crooks CL. 2000. Cultural and developmental comparisons of landscape perceptions and preferences. *Environment and Behavior* 32: 323-346.
- Hu S, Yue H, Zhou Z. 2019. Preferences for urban stream landscapes: Opportunities to promote unmanaged riparian vegetation. *Urban Forestry & Urban Greening* 38: 114-123.
- Hublin JJ, Ben-Ncer A, Bailey SE, *et al.* 2017. New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of *Homo sapiens*. *Nature* 546: 289-292.
- Kellert SR, 1993. The biological basis for human values of nature. In: Kellert SR, Wilson EO. (eds.) *The biophilia hypothesis*. Washington, Island Press. p 42-55.
- Kock N, Chatelain-Jardón R, Carmona J. 2008. An experimental study of simulated web-based threats and their impact on knowledge communication effectiveness. *IEEE Transactions on Professional Communication* 51: 183-197.
- Kong Y, Deng C, Liu W, *et al.* 2018. Magnetostratigraphic dating of the hominin occupation of Bailong Cave, central China. *Scientific Reports* 8: 1-12.
- Laland KN, Brown GR. 2006. Niche construction, human behavior, and the adaptive-lag hypothesis. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 15: 95-104.
- Laland KN, O'Brien MJ. 2012. Cultural niche construction: An introduction. *Biological Theory* 6: 191-102.
- Larson S. 2012. Did australopiths climb trees? *Science* 338: 478-479.
- Lee K, Son Y. 2017. Exploring landscape perceptions of bukhansan national park according to the degree of visitors'. *Sustainability* 9: 1-27.
- Lewontin RC. 1982. Organism and environment. In: Plotkin HC. (ed.) *Learning, development and culture*. New York, John Wiley & Sons. p. 151-170.
- López-García LM, Blain H, Sanz M, Daura J, Zilhão J. 2018. Refining the environmental and climatic background of the Middle Pleistocene human cranium from Gruta da Aroeira (Torres Novas, Portugal). *Quaternary Science Reviews* 200: 367-375.
- Martín-López B, Montes C, Benayas J. 2008. Economic valuation of biodiversity conservation: the meaning of numbers. *Conservation Biology* 22: 624-635.
- Matthews B, De Meester L, Jones CG, *et al.* 2014. Under niche construction: An operational bridge between ecology, evolution, and ecosystem science. *Ecological Monographs* 84: 245-263.
- Miceli R, Sotgiu I, Settanni M. 2008. Disaster preparedness and perception of flood risk: A study in an alpine valley in Italy. *Journal of Environmental Psychology* 28: 164-173.

- Moura JMB, Ferreira Júnior WS, Silva TC, Albuquerque UP. 2018. The influence of the evolutionary past on the mind: An analysis of the preference for landscapes in the human species. *Frontiers in Psychology* 9: 1-13.
- Nairne JS, Thompson SR, Pandeirada JNS. 2007. Adaptive memory: Survival processing enhances retention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 33: 263-273.
- Ode A, Fry G, Tveit MS, Messenger P, Miller D. 2009. Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference. *Journal of Environmental Management* 90: 375-383.
- Odling-Smee J, Laland KN, Feldman MW. 2003. *Niche construction: the neglected process in evolution*. Princeton, Princeton University Press.
- Orians GH. 1980. Habitat selection: General theory and applications to human behavior. In: Lockard J. (ed). *The evolution of human social behavior*. Chicago, Elsevier. p. 49-66.
- Orians GH, Heerwagen JH. 1992. Evolved responses to landscapes. In: Barkow JH, Cosmides L, Tooby L. (eds.) *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. New York, Oxford University Press. p. 555-579.
- Penn DJ. 2003. The evolutionary roots of our environmental problems: Toward a Darwinian ecology. *The Quarterly Review of Biology* 78: 275-201.
- Pinho JR, Grilo C, Boone RB, Galvin KA, Snodgrass JG. 2014. Influence of aesthetic appreciation of wildlife species on attitudes towards their conservation in Kenyan agropastoralist communities. *PLoS ONE* 9: e88842.
- Prokop P, Fančovičová J. 2014. Seeing coloured fruits: Utilization of the theory of adaptive memory in teaching botany. *Journal of Biological Education* 3: 127-132.
- Prokop P, Fančovičová J. 2018. The perception of toxic and non-toxic plants by children and adolescents with regard to gender: implications for teaching botany. *Journal of Biological Education* 53: 1-11.
- Prokop P, Randler C. 2018. Biological predispositions and individual differences in human attitudes toward animals. In: Albuquerque UP, Alves RRN. (eds.) *Ethnozology: Animals in our lives*. London, Elsevier Academic Press. p. 447-466.
- Rakison DH, Derringer J. 2008. Do infants possess an evolved spider-detection mechanism? *Cognition* 107: 381-393.
- Rendell L, Fogarty L, Hoppitt WJE, Morgan TJH, Webster MM, Laland KN. 2011. Cognitive culture: Theoretical and empirical insights into social learning strategies. *Trends in Cognitive Sciences* 15: 68-76.
- Riaz A, Gregor S, Lin A. 2018. Biophilia and biophobia in website design: Improving internet information dissemination. *Information & Management* 55: 199-214.
- Richter D, Grün R, Joannes-Boyau R, *et al.* 2017. The age of the hominin fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the origins of the Middle Stone Age. *Nature* 546: 293-296.

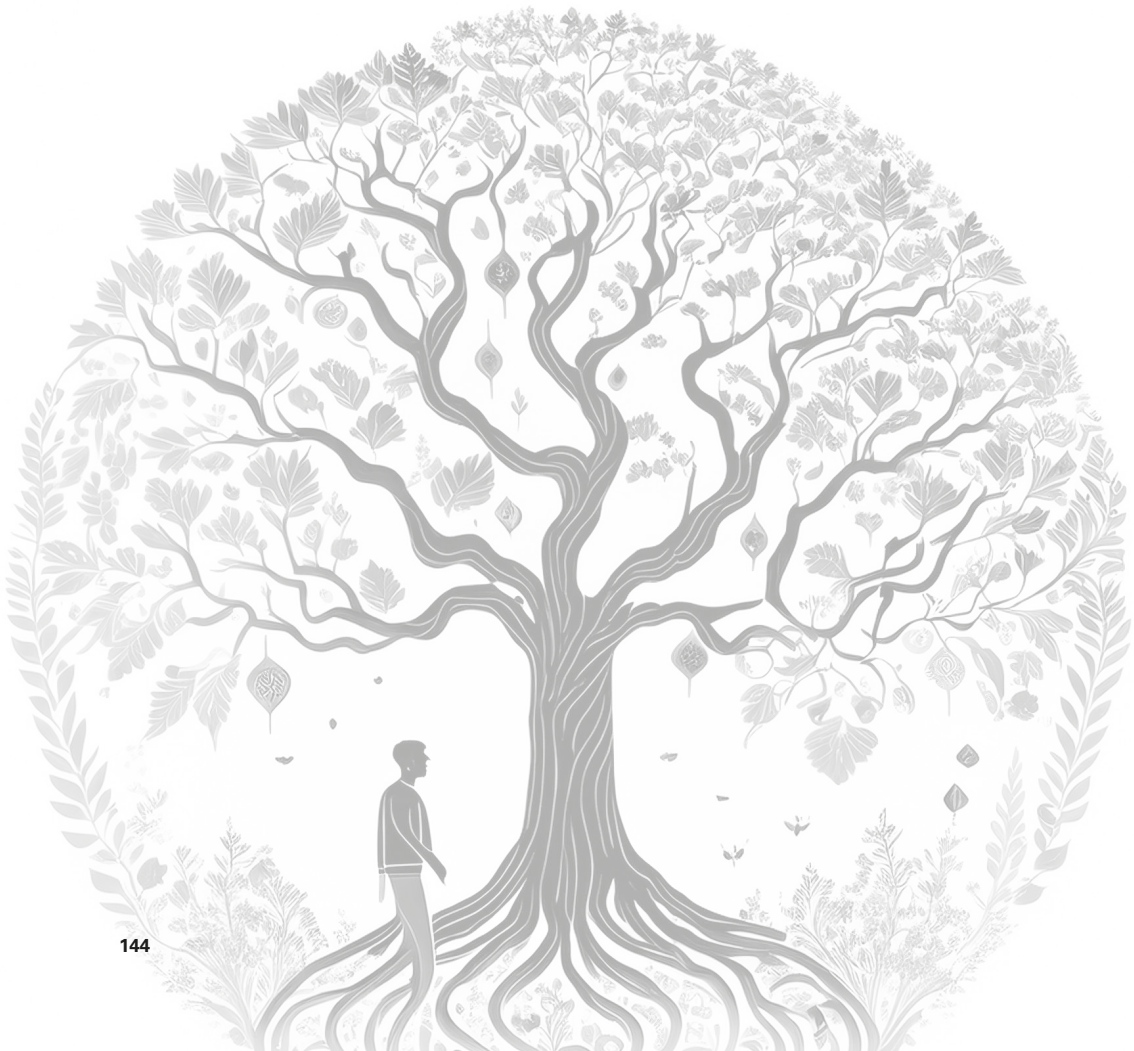
- Roberts P, Boivin N, Lee-Thorp J, Petraglia M, Stock J. 2016. Tropical forests and the genus *Homo*. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 25: 306-317.
- Rozin P, Todd PM. 2015. The evolutionary psychology of food intake and choice. In: Buss DM. (ed) *The Handbook of Evolutionary Psychology*. Hoboken, John Wiley & Sons. p. 183-105.
- Ruin I, Gaillard JC, Lutoff C. 2007. How to get there? Assessing motorists' flash flood risk perception on daily itineraries. *Environmental Hazards* 7: 235-244.
- Salvati L, Carlucci M, Serra P, Zambon I. 2019. Demographic transitions and socioeconomic development in Italy, 1862-2009: A brief overview. *Sustainability (Switzerland)* 11: 1-12.
- Sampaio MB, De La Fuente MF, Albuquerque UP, Souto AS, Schiel N. 2018. Contact with urban forests greatly enhances children's knowledge of faunal diversity. *Urban Forestry & Urban Greening* 30: 56-61.
- Sandry J, Trafimow D, Marks MJ, Rice S. 2013. Adaptive memory: Evaluating alternative forms of fitness-relevant processing in the survival processing paradigm. *PLoS ONE* 8: e60868.
- Scheiter S, Schulte J, Pfeiffer M, Martens C, Erasmus BFN, Twine WC. 2019. How does climate change influence the economic value of ecosystem services in Savanna Rangelands? *Ecological Economics* 157: 342-356.
- Schlebusch CM, Malmström H, Günther T, *et al.* 2017. Southern African ancient genomes estimate modern human divergence to 350,000 to 260,000 years ago. *Science* 358: 652-655.
- Senoglu B, Oktay HE, Kinoshita I. 2018. An empirical research study on prospect-refuge theory and the effect of high-rise buildings in a Japanese garden setting. *City, Territory and Architecture* 5: 1-16.
- Šestáková A, Plichtová J. 2019. Contemporary commons: Sharing and managing common-pool resources in the 21st century. *Human Affairs* 29: 74-86.
- Silva RH, Ferreira Júnior WS, Medeiros PM, Albuquerque UP. 2019. Adaptive memory and evolution of the human naturalistic mind: insights from the use of medicinal plants. *PLoS ONE* 14: 1-15.
- Sommer R. 1997. Further cross-national studies of tree form preferences. *Ecological Psychology* 9: 153-160.
- Stringer C. 2016. The origin and evolution of *Homo sapiens*. *Philosophical Transactions Royal Society B* 371: 1-12.
- Summit J, Sommer R. 1999. Further studies of preferred tree shapes. *Environment and Behavior* 31: 550-576.
- Tooby J, Cosmides L. 1992. The psychological foundations of culture. In: Barkow J, Cosmides L, Tooby J. (ed.) *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* New York, Oxford University Press. p. 19-136.

- Tooby J, Cosmides L. 2005. Conceptual foundations of evolutionary psychology. In: Buss DM. (ed.) *The handbook of evolutionary psychology* Hoboken, John Wiley & Sons. p. 5-67.
- Tooby J, Cosmides L. 2015. The theoretical foundations of evolutionary psychology. In: Buss DM. (ed.) *The handbook of evolutionary psychology*. Hoboken, John Wiley & Sons. p. 3-87.
- Townsend JB, Barton S. 2018. The impact of ancient tree form on modern landscape preferences. *Urban Forestry and Urban Greening* 34: 205-216.
- Ulrich RS. 1983. Aesthetic and affective response to natural environment. In: Altman L, Wohlwill J. (eds) *Human behavior and the environment*. New York, Plenum. p. 85-125.
- Wilson EO. 1993. Biophilia and the conservation ethic. In: Kellert SR, Wilson EO. (eds.) *The biophilia hypothesis*. Washington, Island Press. p. 31-41.
- Yang L, Lau KPL, Truong L. 2014. The survival effect in memory: Does It hold into Old Age and Non-Ancestral Scenarios? *PLoS ONE* 9: 1-9.
- Yorzinski JL, Penkunas MJ, Platt ML, Coss RG. 2014. Dangerous animals capture and maintain attention in humans. *Evolutionary Psychology* 12: 534-548.
- Young SG, Brown CM, Ambady N. 2012. Priming a natural or human-made environment directs attention to context-congruent threatening stimuli. *Cognition and Emotion* 26: 927-933.
- Zajonc RB. 1980. Feeling and thinking: Preferences need no inferences. *American Psychologist* 35: 151-175.
- Zhang W, Goodale E, Chen J. 2014. How contact with nature affects children's biophilia, biophobia and conservation attitude in China. *Biological Conservation* 177: 109-116.

CAPÍTULO 6

Psicologia Evolucionista: novas oportunidades para estudos em Etnobiologia Evolutiva

Joelson Moreno Brito de Moura, Risoneide Henriques da Silva,
Washington Soares Ferreira Júnior, Taline Cristina da Silva,
Ulysses Paulino de Albuquerque



Durante sua história evolutiva, os humanos tiveram de interagir com seu meio ambiente, tanto para captar recursos quanto para evitar ameaças. Essa interação, estudada por diversos campos científicos, pode ter influenciado fortemente a evolução dos hominídeos, de modo que a relação entre as pessoas e a natureza pode ser mediada por vieses e comportamentos moldados no passado evolutivo (ver Albuquerque & Ferreira Júnior 2017).

Nesse sentido, um campo interdisciplinar recentemente desenvolvido denominado Etnobiologia Evolutiva está preocupado em compreender como os processos ecológicos e evolutivos influenciam a cognição e o comportamento das pessoas em relação aos seus ambientes (Albuquerque *et al.* 2015). A Etnobiologia Evolutiva promove, assim, a integração e sistematização de conceitos evolutivos vindos da Evolução Cultural, da Genética, da Psicologia Evolucionista, entre outros campos do saber (Albuquerque & Ferreira Júnior 2017). No entanto, essa integração é recente, e pouco se sabe sobre como os vieses evolutivos podem operar na dinâmica relação entre os humanos e a natureza. Como premissa básica, a Etnobiologia Evolutiva entende que pressões seletivas durante a evolução humana, associadas à necessidade de se relacionar com o meio ambiente para sobreviver, geraram nos humanos uma mente naturalista, a qual envolve uma estrutura cognitiva complexa que influencia a maneira como as pessoas percebem e buscam compreender o mundo natural (Albuquerque & Ferreira Júnior 2017).

Por essa razão, acreditamos que os estudos etnobiológicos que não consideram os vieses evolutivos em suas hipóteses podem deixar de captar o fenômeno estudado, seja qual for, de maneira completa. Um exemplo prático consiste na coleta de dados em estudos etnobiológicos. Para Albuquerque & Ferreira Júnior (2017), os estudos etnobiológicos que coletam dados empíricos em sistemas reais estão, na verdade, recuperando dados armazenados em memórias individuais, e poucos estudos em Etnobiologia reconhecem a memória como um viés na coleta de dados. Assim, um elemento-chave é entender como a memória pode influenciar a coleta e interpretação das informações obtidas em sistemas

socioecológicos⁹. Nesse ponto, o conceito de memória adaptativa abordado na Psicologia Evolucionista parece ser fundamental, uma vez que assume que os humanos tendem a priorizar na memória informações de maior valor adaptativo que são relevantes para a sobrevivência (Nairne *et al.* 2007). Se isso for verdade, é imprescindível que os estudos etnobiológicos considerem os mecanismos de memória moldados no passado evolutivo em suas coletas de dados, já que recursos medicinais muito lembrados por indivíduos de determinada comunidade, por exemplo, podem conter características terapêuticas vantajosas para a sobrevivência.

Além disso, em um estudo recente, Silva *et al.* (2019) observaram que a mente humana tende a lembrar informações sobre doenças frequentes ou informações relacionadas a experiências anteriores do indivíduo com determinada doença. Considerando o contexto ancestral, isso pode refletir adaptações que foram importantes para a sobrevivência dos homínidos – ajudando-os a se lembrar, por exemplo, de lugares perigosos ou da localização de alimentos e água – e que persistem até hoje em populações humanas (ver Nairne *et al.* 2007).

Embora acreditemos que os humanos tenham herdado geneticamente tendências comportamentais moldadas por seu passado ancestral, essas tendências podem ser modificadas, expressas ou silenciadas de acordo com o contexto ambiental (ver Barrett 2012). No entanto, essa herança genética não pode ser ignorada e parece preceder o comportamento. Assim, para que a complexidade comportamental das sociedades humanas surja e aumente ao longo do tempo, por exemplo, certas faculdades mentais inatas, geneticamente selecionadas em algum ambiente ancestral, devem estar presentes – como a capacidade de imitar –, tornando a evolução cultural¹⁰ possível (ver Stanford 2019). Portanto, parece crucial investigar os aspectos evolutivos subjacentes às decisões e ao comportamento dos humanos em relação à natureza, motivo pelo qual a Psicologia Evolucionista

9 Os sistemas socioecológicos representam um produto da interação entre os sistemas socioculturais – o conjunto de crenças, conhecimentos e comportamentos em grupos humanos – e os sistemas ecológicos – o ambiente biótico e abiótico de grupos humanos (Berkes & Folke 2000).

10 Evolução Cultural é um campo científico que analisa as mudanças detectadas nas sociedades sob a perspectiva da teoria da evolução darwiniana e que leva em consideração aspectos como variação, competição e herança (Mesoudi 2011; 2016).

se mostra promissora para o entendimento dos mecanismos que operam nessa relação.

Assim, o principal objetivo deste capítulo consiste em demonstrar como os pressupostos da Psicologia Evolucionista podem auxiliar a entender a complexa e dinâmica relação entre as pessoas e seus ambientes e, particularmente, o que influencia suas decisões. Isso só é possível entendendo as raízes evolutivas que precedem o comportamento. Para tanto, apresentamos a seguir o cenário teórico da Psicologia Evolucionista e suas aplicações para estudos na área da Etnobiologia Evolutiva. Primeiramente, descrevemos os principais conceitos da Psicologia Evolucionista. Em seguida, explicamos o conceito de memória adaptativa (um conceito importante) e como podemos testá-lo empiricamente. Por fim, trazemos *insights* e exemplos que podem nortear futuros estudos interessados em usar uma perspectiva evolutiva para compreender a relação entre as pessoas e a biota. Esse primeiro esforço teórico pode ajudar a promover uma integração produtiva entre a Psicologia Evolucionista e a Etnobiologia Evolutiva.

Uma breve introdução à Psicologia Evolucionista

A Psicologia Evolucionista está preocupada em compreender o funcionamento da mente humana, analisando-a como um produto da seleção natural (Buss 1990; Breyer 2015). Trata-se, portanto, de uma abordagem funcionalista, que investiga as funções da mente.

A tendência teórica que mais influenciou a Psicologia Evolucionista foi a Sociobiologia. Segundo Wilson (1975), criador desse campo científico, a Sociobiologia pode ser definida como o estudo sistemático das bases biológicas do comportamento animal. Desde a sua concepção, a Sociobiologia objetivou criar modelos padronizados para entender o comportamento animal de uma perspectiva evolutiva e expandiu esse plano para o comportamento social; em contraste, a Psicologia Evolucionista é conhecida por ser projetada para compreender exclusivamente os mecanismos psicológicos que precedem o comportamento humano (ver Breyer 2015). Os psicólogos evolucionistas criticaram o descaso da Sociobiologia

com os mecanismos psicológicos moldados nos paleoambientes e, por isso, propuseram outro nível de explicação para a natureza humana, concedendo menos atenção ao comportamento humano e focando as adaptações que permitem sua expressão – neste caso, os mecanismos psicológicos evoluídos (Hattori & Yamamoto 2012).

Embora a Sociobiologia e a Psicologia Evolucionista compartilhem da visão de que os seres humanos evoluíram por meio do processo de seleção natural, os dois domínios diferem em alguns aspectos fundamentais. De acordo com Buss (1990; 1995), por exemplo, na ótica da Sociobiologia, os humanos desenvolveram adaptações que sempre visam maximizar sua aptidão inclusiva – a capacidade de, além de deixar descendentes férteis, ter cuidado parental, uma vez que seus parentes também carregam cópias de seus genes. Por outro lado, na perspectiva da Psicologia Evolucionista, não existe maximização do *fitness*, porque, em princípio, a seleção natural não teria criado mecanismos que direcionassem os seres humanos a viver com o propósito de deixar descendentes em qualquer situação – tal propósito é chamado por alguns psicólogos evolucionistas de “falácia sociobiológica” (Buss, 1990). Assim, para muitos estudiosos, a Psicologia Evolucionista é um ramo da Sociobiologia, porém menos polêmica por ser menos determinista, uma vez que as adaptações mentais moldadas pela seleção natural, sob esse ponto de vista, podem ser expressas ou não no ambiente atual (ver Buss 1990).

Dessa forma, a Psicologia Evolucionista busca explicações a partir das pressões que moldaram a mente humana no passado evolutivo para resolver problemas específicos relacionados com a sobrevivência e a reprodução das espécies. Nesse sentido, a Psicologia Evolucionista representa um cenário teórico que integra aspectos da evolução cognitiva – a ideia de que o cérebro é um processador de informações do meio ambiente – e está relacionada com a Biologia Evolutiva, pois defende que, assim como outros órgãos do corpo humano, o cérebro também foi alvo da seleção natural e moldado para processar um conjunto de informações do meio ambiente em detrimento de outras (Tooby & Cosmides 1992).

Embora a Psicologia Evolucionista constitua uma disciplina acadêmica relativamente nova, tendo surgido no início do século XX e ganhado visibilidade nas décadas de 1970 e 1980, as abordagens funcionalistas

em Psicologia são antigas, como no caso da Psicologia Funcional, criada por William James no final do século XIX (Gangestad & Tybur 2016). O desenvolvimento da Psicologia Evolucionista ocorreu por um grupo de pesquisadores que iniciaram uma série de estudos teóricos e empíricos (Cosmides & Tooby 1987; Symons 1987; Buss 1989; Cosmides 1989; Barkow *et al.* 1992) a fim de compreender a natureza e o funcionamento da mente humana, principalmente em relação a preferências humanas na seleção de parceiros. Entre os autores que mais contribuíram para a popularização e expansão da Psicologia Evolucionista, podemos citar Leda Cosmides, John Tooby, Donald Symons, Jerome Barkow e David Buss.

Desde então, a Psicologia Evolucionista vem ganhando progressivamente a atenção de importantes áreas científicas que analisam a evolução do comportamento humano. O campo da Ciência Política, por exemplo, publicou estudos sobre como as opiniões políticas das pessoas podem ser afetadas por comportamentos ligados ao passado ancestral (ver Edwards 2003; Brown 2013; Kubinskia *et al.* 2018; Petersen 2018), e a área de Marketing trouxe resultados empíricos interessantes sobre como os padrões de consumo humano são influenciados por fatores evolutivos (ver Saad & Gill 2000; Hartmann & Apaolaza-Ibañes 2010; 2013; Hasford *et al.* 2018). A tabela 1, a seguir, mostra alguns campos de interesse de pesquisa em Psicologia Evolucionista.

Tabela 1. Alguns campos de interesse da Psicologia Evolucionista.

Campos de interesse	Finalidade	Algumas publicações
Cognição e comportamento humano	Entender os fatores que influenciam a evolução da cognição e do comportamento humano.	Stevenson <i>et al.</i> 2014; Roberts 2015; Roos <i>et al.</i> 2016; Ferera <i>et al.</i> 2018; Wilke & Todd 2018.
Comportamento religioso	Compreender a influência da seleção natural sobre o comportamento religioso.	Boyer & Bergstrom 2008; Leathers & Raines 2014; Franek 2016; Smail 2018.
Teoria política	Entender os processos políticos nas sociedades.	Edwards 2003; Brown 2013; Kubinskia <i>et al.</i> 2018; Petersen 2018.

Campos de interesse	Finalidade	Algumas publicações
Evolução da Arte	Compreender o papel da Arte na história evolutiva dos seres humanos.	Sugiyama 1996; Hagen & Bryant 2003; Honing & Ploeger 2012; Sütterlin <i>et al.</i> 2014.
Economia	Analisar a evolução da lógica econômica dos seres humanos.	Hoffman <i>et al.</i> 1998; Li <i>et al.</i> 2012; Lawrence & Pirson 2015; King 2018.
Preferências humanas	Analisar como o passado evolutivo moldou as preferências dos seres humanos, como a preferência por paisagens e objetos.	Balling & Falk 1982; Orians & Herwagen 1992; Li <i>et al.</i> 2013; Altman <i>et al.</i> 2016; Bøggild & Laustsen 2016; Townsend & Barton 2018.
Marketing	Identificar padrões de consumo dos seres humanos.	Holbrook & O’Shaughnessy 1984; Saad & Gill 2000; Hartmann & Apaolaza-Ibáñez 2010, 2013; Hasford <i>et al.</i> 2018.
Seleção sexual e diferenças de sexo	Compreender a influência da diferença de sexo na seleção de companheiros.	Buss <i>et al.</i> 1992; Buss & Schmitt 1993; Schwarz & Hassebrauck 2012; Conroy-Beam & Buss 2018; DeLecce <i>et al.</i> 2017; Jeffery <i>et al.</i> 2018.
Emoções humanas	Entender como a seleção natural moldou as emoções ao longo do tempo.	Tooby & Cosmides 1990; Al-Shawaf 2016; Klasios 2016; Eisend 2018.

Os estudos em Psicologia Evolucionista baseiam-se na premissa essencial de que muitos mecanismos psicológicos humanos evoluíram como resultado das pressões seletivas a que os hominídeos foram submetidos no Pleistoceno (Buss 1995). De modo semelhante a outros órgãos do corpo humano, os mecanismos subjacentes de processamento de informações localizados no cérebro são adaptações biológicas que permitiram a sobrevivência e reprodução dos primeiros hominídeos (Buss 1990; Klasios 2016). Assim, a mente humana funciona de maneira similar a um sistema computacional, sendo projetada pela seleção natural para resolver problemas adaptativos enfrentados por nossos ancestrais (Tooby & Cosmides 2015) e fazendo com que os humanos se comportem de forma adaptativa (Klasios 2016).

Essa perspectiva evolutiva foi, portanto, uma grande novidade para os pesquisadores da área da Psicologia que anteriormente tentavam compreender o comportamento humano como sendo comumente influenciado apenas pelo contexto histórico e social atual. No entanto, essa nova abordagem gerou certa confusão teórica devido à sua semelhança com a Sociobiologia e, especialmente, com o conceito de modularidade da mente (conforme discutido na seção seguinte) (Townsend & Barton 2018).

Com base nessas premissas, foram criados alguns conceitos essenciais que orientam a maioria das pesquisas em Psicologia Evolucionista (ver Bolhuis *et al.* 2011), os quais são resumidos a seguir. É importante notar que esses conceitos são, em certa medida, criticados por alguns cientistas. Assim, também descrevemos algumas dessas críticas e visões alternativas.

Conceitos básicos da Psicologia Evolucionista

Ambiente de adaptabilidade evolutiva (AAE)

Assumir que os humanos se comportam de forma adaptativa só faz sentido se admitirmos que houve um ou mais ambientes que promoveram tais adaptações. Ao encontro disso, o conceito de ambiente de adaptabilidade evolutiva (AAE) prevê que nossos mecanismos psicológicos evoluíram em resposta às características estáveis presentes nos AAEs (Tooby & Cosmides 2015), tais como em ambientes de savana africana e floresta tropical do Pleistoceno.

No entanto, a primeira versão desse conceito foi amplamente criticada, uma vez que apenas a savana era considerada um AAE (ver Bolhuis *et al.* 2011). Já o conceito recente de AAE é amplo e menos específico, pois considera todos os ambientes seletivos relevantes do passado ancestral (ver Tooby & Cosmides 2015). Nesse sentido, os hominídeos podem ter desenvolvido mecanismos psicológicos em diferentes ambientes durante sua evolução no Pleistoceno, em um período anterior ou posterior ao seu assentamento na savana (ver Hartmann & Apaolaza-Ibáñez 2010; Moura *et al.* 2018).

Modularidade da mente

A mente humana consiste em módulos de domínio específicos que evoluíram para resolver problemas adaptativos distintos surgidos no passado ancestral (Tooby & Cosmides 2015), a exemplo de módulos ligados à detecção de trapaceiros, à cooperação, à identificação e à fuga de predadores. De acordo com Townsend & Barton (2018), herdamos os módulos específicos de nossos ancestrais, tais como o medo de certos animais. Assim, era extremamente importante para os primeiros hominídeos, por exemplo, identificar e evitar animais peçonhentos, como cobras e aranhas, para que, com o tempo, a seleção natural favorecesse indivíduos capazes de detectar tais ameaças. Isso pode explicar até mesmo o comportamento atual de fobia dos humanos em relação a esses animais (para um argumento mais completo, consulte Tooby & Cosmides 2015). Além disso, a capacidade de memorizar informações que ajudam a sobreviver em ambientes semelhantes à savana do Pleistoceno parece ser um mecanismo psicológico de extrema importância (ver Nairne *et al.* 2007).

Entre outros mecanismos psicológicos documentados na literatura, estão: reconhecimento facial de parentes, medo de aranhas, atração sexual por parceiros que demonstram gentileza e inteligência, detecção de trapaceiros em situações cotidianas e possível preferência por ambientes semelhantes à savana (ver Buss 1995; Tooby & Cosmides 2015; Townsend & Barton 2018). No entanto, dos conceitos da Psicologia, esse é o mais controverso.

De acordo com Bolhuis *et al.* (2011), há evidências da Neurociência que não corroboram a existência da modularidade, indicando, por exemplo, que os animais aprendem e estabelecem relações causais entre uma ampla variedade de eventos e que isso só é possível se a mente não for modular (ver Bolhuis *et al.* 2011). Nessa perspectiva, existe uma ampla conexão entre as várias estruturas neurais em distintos processos psicológicos (Bolhuis *et al.* 2011), de modo que a mente humana pode trabalhar por meio de procedimentos cognitivos mais gerais, o que permite o aprendizado e a resolução de problemas em diferentes condições ambientais e sociais (ver Bolhuis *et al.* 2011). Além disso, Barrett (2012) argumenta que a mente pode ser composta por módulos gerais

e específicos, com adaptações do cérebro que são flexíveis e que podem associar, por exemplo, mecanismos moldados nos paleoambientes a mecanismos construídos durante o desenvolvimento ontogenético do indivíduo (ver Barrett 2012).

Natureza humana universal (NHU)

A Psicologia Evolucionista assume que os mecanismos psicológicos evoluídos da mente humana são responsáveis por produzir uma natureza humana universal (NHU), ou seja, uma “espécie típica” (Tooby & Cosmides 2015). Essa característica do ser humano é expressa por meio de diferentes condições ambientais e sociais (ver Tooby & Cosmides 2015). Nesse sentido, o principal objetivo de longo prazo da Psicologia Evolucionista consiste no mapeamento dessa NHU (Tooby & Cosmides 2015). No entanto, a crítica central em relação ao conceito de NHU recai sobre o fato de que os comportamentos observados em populações humanas específicas são generalizados para todas as populações (ver Bolhuis *et al.* 2011), o que faz com que muitos estudos em Psicologia Evolucionista sejam realizados com estudantes universitários, por exemplo, e considerem tal público uma amostra representativa da natureza humana (ver Bolhuis *et al.* (2011). Essa abordagem indica que o universalismo ignora aspectos do desenvolvimento ontogenético, uma vez que o ambiente irá evocar respostas geneticamente predeterminadas (Bolhuis *et al.* 2011).

Ao investigar a evolução da natureza humana, é importante integrar conceitos e teorias, a exemplo da epigenética e da teoria da construção de nicho, que entendem os seres humanos como construtores ativos de seus ambientes. Nesse sentido, devido à diversidade de condições ambientais, a interação pessoa-ambiente pode ter gerado respostas adaptativas distintas entre os seres humanos durante a história evolutiva (ver Laland & Brown 2006; Bolhuis *et al.* 2011).

Gradualismo

A mente humana possui um conjunto de genes coadaptados ao ambiente ancestral que não respondem às pressões seletivas do ambiente

atual (Tooby & Cosmides 2005; 2015). Isso ocorre porque os processos evolutivos são lentos e precisam de centenas de gerações para ocasionar a construção de um programa “mental” altamente complexo. Nesse sentido, as mentes humanas ainda estariam adaptadas ao mundo de nossos ancestrais (Tooby & Cosmides 2015), devido a um atraso adaptativo ao enfrentar os desafios das sociedades industrializadas, porque esses ambientes são diferentes do ambiente em que evoluímos. Por essa razão, o gosto por alimentos gordurosos, por exemplo, constitui um comportamento adaptativo para ambientes ancestrais, nos quais a gordura era escassa, mas não se mostra adaptativo ao ambiente atual, já que aumenta a incidência de doenças cardiovasculares (Cosmides & Tooby 2003). No entanto, há evidências recentes de mudanças genéticas importantes em populações humanas que contradizem o gradualismo (Bolhuis *et al.* 2011).

Talvez uma das maiores fragilidades da Psicologia Evolucionista seja o fato de não levar em consideração até que ponto as atividades humanas podem acelerar a evolução biológica, modificando ou silenciando certas predisposições herdadas geneticamente (ver Stanford 2019). Por exemplo, a inclinação para favorecer ambientes abertos como a savana, proposta por alguns estudos de Psicologia Evolucionista, não é mais observada em determinadas culturas, o que pode resultar do estabelecimento dos seres humanos em diferentes ambientes modernos (ver Moura *et al.* 2017; 2018). Além disso, há evidências de que práticas culturais podem ter influenciado a evolução humana, alterando as pressões seletivas e resultando, assim, na seleção de genes específicos. Um exemplo seria o aumento ao longo do tempo da frequência do gene *CD72* e de outros genes que melhoram a resistência à malária na África Ocidental, como resultado da adoção da agricultura, que expôs as populações dessa região a essa doença (ver Laland *et al.* 2010; Santoro *et al.* 2017). Dessa forma, a interação entre genes e cultura tem alguma influência na história evolutiva dos humanos (Laland *et al.* 2010).

De acordo com Laland & Brow (2006), o ser humano tem a capacidade de modificar o meio ambiente, ou seja, de modificar o meio em que vive, para se adequar e, com isso, reduzir o atraso adaptativo. Esses autores argumentam que existe uma complementaridade adaptativa do organismo e do meio ambiente, com uma interação dinâmica entre a

seleção natural e a construção de nichos culturais. Nessa ótica, mesmo que o ser humano seja afetado por doenças cardiovasculares, por exemplo, ele tem a capacidade de construir hospitais ou remédios para lidar com essas doenças (para um argumento mais completo, ver Laland & Brown 2006).

Memória adaptativa: um modelo importante para a Etnobiologia Evolutiva

Com base na perspectiva da Psicologia Evolucionista, de que a mente humana evoluiu para favorecer informações específicas para lidar com as ameaças dos ambientes ancestrais (Tooby & Cosmides 2015), o modelo de memória adaptativa proposto por Nairne *et al.* (2007) descreve o comportamento diferencial da mente humana em uma situação de sobrevivência, sugerindo que nosso sistema de memória evoluiu por meio da seleção natural para priorizar informações relevantes à sobrevivência e à reprodução. Segundo Nairne & Pandeirada (2008), tal propensão da mente humana para favorecer esse tipo de informação se originou em decorrência das pressões seletivas dos ambientes ancestrais e pode ter sido de extrema relevância para os primeiros homínídeos recordarem informações como locais de alimentação, ação de predadores e comportamento de potenciais parceiros.

O experimento de Nairne *et al.* (2007) realizado a esse respeito mostrou que, quando as pessoas são solicitadas a se imaginarem presas em um ambiente semelhante a uma “savana africana do Pleistoceno”, sem suprimentos básicos de sobrevivência como água e comida e tendo de evitar predadores, elas tendem a se lembrar melhor de palavras que seriam relevantes para lidar com esse cenário de sobrevivência em relação a outros cenários menos críticos, como o cenário de “mudança para um ambiente estrangeiro”. Desde então, o comportamento da mente humana para priorizar informações relevantes à sobrevivência tem sido consistentemente debatido por um conjunto crescente de estudos (ver Nairne *et al.* 2007; Nairne *et al.* 2008; Nairne & Pandeirada 2008; Nairne *et al.* 2009; Nairne *et al.* 2012; Seitz *et al.* 2018), no qual várias investigações

replicaram as descobertas de Nairne e colaboradores (Weinstein *et al.* 2008; Sandry *et al.* 2013; Yang *et al.* 2014). Tais investigações foram realizadas com pessoas de diferentes faixas etárias (Nouchi 2012; Broesch *et al.* 2014; Prokop & Fančovičová 2014) ou que vivem em contextos ambientais diferentes (Barrett & Broesch 2012; Prokop & Fančovičová 2014).

Assim, ao estudar a recordação de animais perigosos e não perigosos, por exemplo, Barrett & Broesch (2012) descobriram que crianças que moram na cidade de Los Angeles, na Califórnia, e crianças que residem em uma aldeia Shuar, na Amazônia equatoriana, apresentaram altos níveis de recordação quando imagens e informações sobre o nome e a dieta de animais perigosos foram apresentadas. Esse resultado sugere que a propensão humana para recordar informações importantes à sobrevivência pode ser inata em nossa espécie e que, independentemente do contexto ambiental em que as pessoas vivem, há uma tendência da memória humana em priorizar essas informações em detrimento de quaisquer outras.

Outro aspecto interessante que tem gerado polêmica entre alguns psicólogos evolucionistas é o fato de alguns estudos defenderem a ideia de que a capacidade humana de recordar essas informações não está necessariamente ligada a situações que se referem a ameaças de ambientes ancestrais. Yang *et al.* (2014) observaram, por exemplo, que palavras importantes para a sobrevivência eram bem-lembradas pelas pessoas tanto em cenários de sobrevivência ancestrais (pastagens) quanto em ambientes não ancestrais (montanhas). Além disso, Young *et al.* (2012), ao testar a atenção humana direcionada a ameaças, notaram que as ameaças de ambientes modernos – como armas de fogo e carros – também capturam e mantêm a atenção da mesma forma que seria esperado para ameaças de ambientes ancestrais – como cobras e aranhas. Isso sugere que a capacidade humana de recordar informações adaptativas (ameaças que podem comprometer a sobrevivência e reprodução humana) também pode ser observada em pessoas que ocupam contextos ambientais distintos, independentemente de essas informações estarem ou não associadas a uma ameaça de ambiente ancestral, como a savana africana do Pleistoceno, em oposição ao que alguns psicólogos evolucionistas ainda defendem. O que chama atenção nesses achados é mostrarem que, embora haja adaptações cognitivas resultantes de pressões seletivas, elas não são programadas

para responder apenas a ameaças ancestrais. Isso pode estar relacionado à capacidade humana de responder de forma adaptativa a situações capazes de comprometer sua sobrevivência (conferir, por exemplo, estudo de Silva *et al.* 2019).

Com base nessa perspectiva, em um estudo de Nouchi (2012) destinado a comparar o efeito da sobrevivência na memória de jovens e idosos, o autor observou que, ao classificar as palavras em situação de sobrevivência e autorreferência – o que incentiva a recuperar explicitamente memórias pessoais episódicas –, os participantes tenderam a lembrar uma maior quantidade de estímulos vinculados à situação de sobrevivência. De acordo com Wixted *et al.* (2018), as memórias episódicas correspondem à lembrança de experiências individuais passadas que ocorreram em determinado tempo e lugar. O estudo de Nouchi (2012) indica, entretanto, que a evocação de informações relacionadas a experiências pessoais passadas não recebeu uma melhor evocação das pessoas; pelo contrário, houve uma tendência a recordar informações associadas a um contexto de sobrevivência.

Tais resultados revelam alguns *insights* interessantes quando comparados com outros achados. Estudos empíricos mostraram que experiências pessoais passadas com catástrofes ambientais, a exemplo de inundações, tendem a receber mais atenção na memória das pessoas (ver Ruin *et al.* 2007), o que leva a pensar que as memórias episódicas são intensificadas apenas em situações críticas que envolvem a sobrevivência. Sousa *et al.* (2016), por sua vez, ao realizarem um estudo em uma comunidade rural localizada no Nordeste do Brasil, observaram que as pessoas tendem a priorizar na memória informações sobre as plantas medicinais utilizadas no último ano, que também são apontadas como as mais importantes. Nesse caso, priorizar na memória recursos importantes para o uso medicinal vinculado a experiências anteriores recentes pode favorecer a sobrevivência das pessoas ao lidar com doenças.

Outro aspecto significativo é que a memória humana parece se comportar de forma diferente quando confrontada com informações relevantes para o cuidado com a saúde. Ao encontro disso, Alqahtani *et al.* (2017) descobriram que doenças infecciosas emergentes, às quais as pessoas eram mais suscetíveis, como a síndrome respiratória do Oriente Médio,

recebiam mais atenção na memória das pessoas do que as catástrofes em massa que atingiram recentemente essa população.

Em outro estudo, Prokop *et al.* (2014) observaram que informações sobre doenças parasitárias consideradas de relevância adaptativa para humanos eram mais lembradas do que informações sobre hormônios, que eram tidas como irrelevantes em uma situação de sobrevivência. Além disso, Fernandes *et al.* (2017) perceberam que pessoas adultas têm uma melhor recordação de objetos descritos como tocados por pessoas com doenças graves – transmissíveis ou letais – em detrimento de itens descritos como tocados por pessoas saudáveis. Isso sugere que a memória humana pode ter um desempenho melhor quando são apresentadas informações relevantes para os cuidados com a saúde. Curiosamente, informações sobre doenças são percebidas como de elevado risco quando outras informações relacionadas à sobrevivência, como catástrofes naturais, estão sendo apresentadas simultaneamente (ver Alqahtani *et al.* 2017).

Além disso, nota-se que, à medida que o ser humano se depara com informações adaptativas relacionadas ao mundo natural, a memória também parece se comportar de forma diferente. Prokop & Fančovičová (2014), por exemplo, verificaram que crianças, quando expostas a informações de plantas tóxicas e não tóxicas associadas a imagens de frutos de distintas colorações que remetiam a essas plantas – vermelho e preto para plantas tóxicas e verde para plantas não tóxicas –, recordaram melhor as informações de plantas com frutos pretos devido à associação com toxicidade. Barrett *et al.* (2016) também observaram que crianças de diferentes culturas lembravam melhor informações sobre animais perigosos, seguidas de alimentos e objetos perigosos. Esses resultados podem indicar que o desempenho da memória humana é melhor quando exposta a certas informações sobre o mundo natural.

Tais achados parecem ser consistentes com a ideia de hierarquização da memória proposta por Sandry *et al.* (2013). Esses autores estudaram a memorização de palavras em diferentes cenários relacionados a mecanismos adaptativos – sobrevivência, medo e fobia, seleção de parceiros, evitação de incesto, detecção de trapaceiros, ciúme, infidelidade e ganho ou manutenção de *status* – e notaram que o cenário de sobrevivência se sobressaiu no que concerne à recordação de palavras frente a todas as

outras informações também adaptativas. A explicação encontrada por Sandry *et al.* (2013) para esse resultado é que o cenário de sobrevivência apresenta uma estrutura mais geral, ou seja, consegue invocar todos esses mecanismos adaptativos simultaneamente, e, como consequência, ativa maiores áreas do cérebro associadas à memória do que ativaría um único mecanismo adaptativo de forma isolada – como, por exemplo, apenas a fobia. Portanto, é provável que a memória humana funcione de forma hierárquica durante a recordação de informações adaptativas, ou seja, que a memória não retenha de forma igual essas informações.

Dessa maneira, se a memória humana fosse um sistema rígido para a priorização dessas informações, seria esperado que todas elas recebessem igual recordação. Nesse caso, seria esperado que, no estudo de Barrett *et al.* (2016), por exemplo, as pessoas lembrassem de forma igual informações sobre animais, alimentos e objetos perigosos, visto que todas essas informações eram adaptativas. No entanto, como observado pelos autores, as pessoas tendiam a lembrar melhor as informações associadas aos animais perigosos do que as informações sobre alimentos e objetos perigosos. Isso pode estar acontecendo, como sugere Sandry *et al.* (2013), porque algumas dessas informações adaptativas, por algum motivo ainda desconhecido, estão intensificando a recordação de algumas dessas informações. Além disso, os achados de Barrett *et al.* (2016) podem indicar que a memória humana opera de forma distinta quando confrontada com informações sobre o mundo natural e tem um desempenho pior quando as informações adaptativas apresentadas são dissociadas desse contexto.

Assim, é provável que a memória humana funcione hierarquicamente para lembrar esse tipo de informação (figura 1) e tenha um desempenho diferente quando essa informação envolve as adversidades de ambientes naturais. Isso leva à ideia da existência de uma *mente naturalista humana*, capaz de lembrar melhor algumas informações em detrimento de quaisquer outras. Esse comportamento da memória pode ser observado em diversos contextos ambientais modernos e em diferentes culturas.

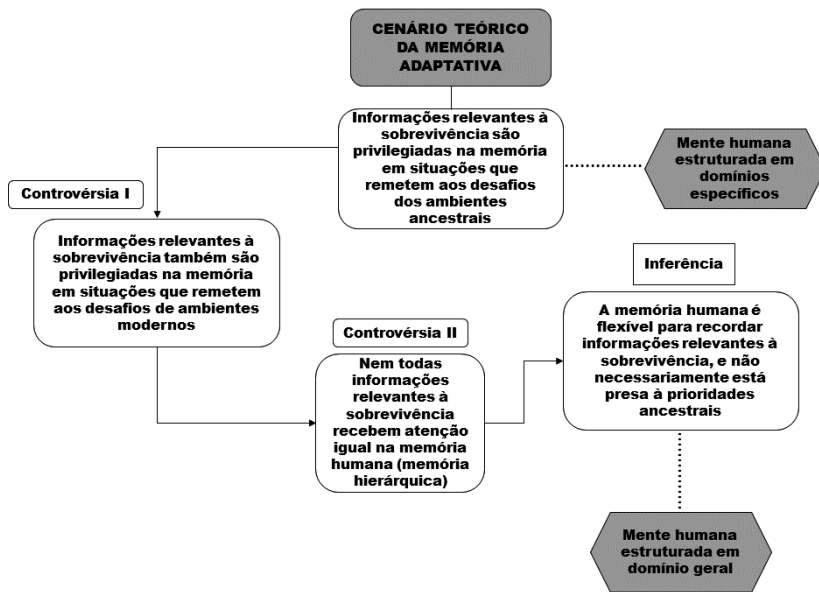


Figura 1. Cenário teórico da memória adaptativa, controvérsias e possíveis inferências

Insights da memória adaptativa para a Etnobiologia Evolutiva

Um fato interessante que deriva da ideia da memória adaptativa diz respeito ao entendimento de como o viés da memória pode afetar a relação das pessoas com a natureza (Silva *et al.* 2017). A memória adaptativa fornece alguns *insights* importantes que podem ajudar os etnobiólogos evolutivos a entenderem como a cognição humana funciona em face dos desafios ambientais. Um etnobiólogo pode questionar, por exemplo: por que as pessoas se lembram de um recurso alimentar melhor do que de outro? Por que as pessoas se lembram de determinada planta medicinal melhor do que de outra? Como lembrar de informações que são importantes para a sobrevivência afeta a relação do ser humano com a biota? Essas são apenas algumas das perguntas que podem ser feitas usando a memória adaptativa como cenário teórico. A seguir, detalhamos alguns

insights teóricos que consideramos importantes e que podem servir de base para o desenvolvimento de estudos em Etnobiologia Evolutiva.

A memória adaptativa é observada em diferentes contextos ambientais e culturais

A adaptação da memória para privilegiar informações importantes sobre a sobrevivência é inata na espécie humana (Nairne *et al.* 2007), e as adversidades dos ambientes ancestrais não estão necessariamente ligadas à memória (Young *et al.* 2012; Yang *et al.* 2014). Essa característica mnemônica pode ser observada em diferentes contextos ambientais e culturais (ver Barrett & Broesch 2012; Barrett *et al.* 2016; Sousa *et al.* 2016).

A memória adaptativa funciona hierarquicamente

A memória humana favorece algumas informações que são mais relevantes para a sobrevivência do que outras (ver Sandry *et al.* 2013; Silva *et al.* 2019). Além disso, há uma tendência da memória de priorizar informações relacionadas aos desafios dos ambientes naturais em detrimento de outras informações que também são importantes para a sobrevivência (ver Barrett *et al.* 2016).

Os humanos têm uma mente naturalista universal

Uma maior retenção na memória humana de informações relevantes para a sobrevivência ocorre quando as informações estão associadas a ambientes naturais (ver exemplo em Barrett *et al.* 2016), o que leva a considerar a existência de uma mente humana naturalista universal (Albuquerque & Ferreira Júnior 2017). A mente naturalista pode ser entendida como uma estrutura de cognição que evoluiu em resposta às adversidades de diferentes ambientes naturais ocupados pelos hominídeos ao longo do processo evolutivo (Albuquerque & Ferreira Júnior 2017). Nesse sentido, as pressões desses diferentes ambientes podem ter levado o cérebro humano a desenvolver um aparato cognitivo e comportamental eficaz para solucionar os desafios naturais mais recorrentes, ou seja, aqueles que apresentam maior

regularidade no ambiente (Ferreira Júnior *et al.* 2019). Essa suposição pode ser a chave para entender por que certas informações relacionadas ao mundo natural são mais lembradas pelos humanos.

Assim, concordamos com a ideia proposta por Barrett (2012) de que nossos mecanismos mentais podem ser heterogêneos, com novas estruturas evoluindo a partir de estruturas mais antigas e com uma combinação entre características ancestrais e características relativamente recentes. Nesse caso, as adaptações cognitivas observadas em humanos modernos não seriam necessariamente produtos de respostas a adversidades impostas por um ambiente específico do passado ancestral, pois poderiam refletir a seleção de estratégias gerais da mente humana para enfrentar desafios em diversos ambientes.

Em resumo, acreditamos que: i) as pessoas se lembram de informações importantes para a sobrevivência independentemente de seu ambiente e de sua cultura; ii) a capacidade de lembrar essas informações não está exclusivamente ligada às prioridades ancestrais; iii) a informação adaptativa é lembrada hierarquicamente; e iv) somos dotados de uma mente naturalista capaz de processar informações sobre o mundo natural. Ao assumir que essas suposições são verdadeiras, podemos investigar, em estudos de Etnobiologia Evolutiva, por exemplo: que tipos de mecanismos cognitivos podem estar envolvidos na intensificação de informações relevantes para a sobrevivência em ambientes modernos; quais informações sobre o mundo natural são priorizadas na memória; quais fatores intensificam a recordação; e como isso pode influenciar o comportamento humano em relação à natureza.

Frequência de envolvimento e experiência anterior com eventos de risco agem como potencializadores da memória adaptativa em sistemas socioecológicos

Alguns estudos empíricos apontaram que variáveis ambientais, como a frequência de ocorrência de um evento de risco, e associados a história de vida, como experiências pessoais anteriores com um evento crítico, podem intensificar a lembrança de informações importantes sobre a sobrevivência na memória humana (ver Ruin *et al.* 2007; Sachs *et al.* 2017;

Scheideler *et al.* 2017). Além disso, existem evidências que indicam uma possível influência dessas variáveis na recordação de informações de sobrevivência em sistemas socioecológicos (ver Sousa *et al.* 2016), o que sugere que a frequência com que os eventos ambientais afetam as pessoas e a experiência anterior com esses eventos atuam como intensificadores de informações adaptativas na memória humana em tais sistemas.

Portanto, acreditamos que as mesmas variáveis que levam à priorização na memória de informações para lidar com uma situação de risco – frequência e experiência anterior – também podem ser os mecanismos responsáveis por interferir nas estratégias humanas para lidar com as adversidades de seu ambiente. Santoro *et al.* (2015), por exemplo, notaram que as pessoas tendem a selecionar mais espécies de plantas para o tratamento de doenças recorrentes nos sistemas médicos locais. Em outro estudo, Santoro *et al.* (2017) observaram que a incidência da malária afetou o uso de plantas medicinais antimaláricas em grupos humanos africanos em períodos em que não havia políticas públicas de controle da doença. Logo, esse aspecto pode ser indicativo de que a frequência de envolvimento com um evento de risco é capaz de intensificar a evocação de informações na memória humana, o que pode desencadear maiores esforços para resolver tal evento, levando a modificações substanciais nos nichos ambientais que as pessoas ocupam.

Ademais, acreditamos que as mudanças geradas nos nichos ambientais em que as pessoas vivem podem ter se originado desses mesmos vieses cognitivos e podem afetar a lembrança de informações importantes para a sobrevivência. De acordo com Silva *et al.* (2017), por exemplo, a seleção de determinado recurso medicinal por meio de suas vantagens atreladas ao uso dentro de um sistema médico local pode levar a vieses cognitivos que tornam as informações sobre esse recurso mais memoráveis. Assim, um exemplo hipotético disso seria que as pessoas, ao lidar com doenças recorrentes, tenderiam a concentrar os recursos necessários para tratá-las próximos às suas residências – vantagens de otimização dentro do sistema médico –, o que poderia fazer com que esses recursos se tornassem mais memoráveis devido à influência do contato contínuo e direto com eles.

Essa discussão, combinada com as evidências da memória hierárquica, pode sugerir que a mente naturalista lida com a complexidade ambiental

filtrando as informações sobre a sobrevivência, de modo a priorizar aquelas que as afetam imediatamente em detrimento de outras informações que envolvem situações menos imediatas. Isso pode explicar tanto as evidências de estudos etnobiológicos envolvendo doenças recorrentes quanto o comportamento observado na memória hierárquica. Nesse sentido, o fato de que informações sobre animais perigosos são mais lembradas do que dados sobre alimentos perigosos (Barrett *et al.* 2016), por exemplo, pode revelar o funcionamento de uma mente que opera para lidar com situações atuais. No passado evolutivo, identificar e fugir de um predador pode ter exigido uma maior ativação de áreas do cérebro ligadas à memória para responder imediatamente a essa situação quando comparada à identificação de alimentos tóxicos (uma situação que também afeta a sobrevivência, mas de forma menos imediata). Esse pode ter sido o cenário evolutivo da mente naturalista, que hoje apresenta reflexos na construção de sistemas socioecológicos direcionados para responder a eventos recorrentes.

Assim, compreender quais tipos de variáveis interferem na lembrança de informações adaptativas que envolvem o mundo natural pode constituir o primeiro passo para entender como a mente naturalista humana evoluiu e opera ao lidar com as adversidades da natureza, bem como quais são os padrões de comportamento humano que podem emergir dessa relação. A compreensão desses mecanismos pode representar um passo importante para a compreensão do comportamento humano em relação aos recursos biológicos, que é o foco de interesse da Etnobiologia Evolutiva.

Considerações finais

Embora traçar o caminho evolutivo do ser humano não seja uma tarefa fácil, promover o diálogo entre distintas disciplinas científicas que tratem do tema constitui justamente uma das missões-chave da Etnobiologia Evolutiva (ver Albuquerque & Ferreira Júnior 2017). Esse é um empreendimento recente, que requer a construção de pontes. Para Stanford (2019), superar as barreiras entre a Psicologia e as Ciências Sociais e entre essas ciências e aquelas que estudam outros organismos configura uma etapa fundamental.

Nesse sentido, é difícil afirmar, por exemplo, que as atitudes das pessoas em relação à natureza resultam apenas de fatores genéticos ou culturais. Nossa capacidade cognitiva avançada parece ter evoluído não apenas por meio de fatores genéticos, mas também por meio de práticas humanas, indicando uma coevolução entre genes e cultura (Albuquerque *et al.* 2019; Altman & Mesoudi 2019; Stanford 2019).

Além disso, considerando que certas capacidades mentais devem estar presentes para que determinada cultura ou determinado sistema socioecológico evolua (ver Stanford 2019), os estudos etnobiológicos que analisam os padrões de comportamento humano sem levar em consideração os fatores evolutivos que precedem certo comportamento podem não captar completamente o fenômeno investigado. Assim, acreditamos que o diálogo entre as disciplinas científicas que analisam a relação entre as pessoas e seu ambiente é fulcral para o crescimento da Etnobiologia Evolutiva.

Referências

- Al-Shawaf L, Conroy-Beam D, Asao K, Buss DM. 2016. Human emotions: An evolutionary psychological perspective. *Emotion Review* 8: 1-14.
- Albuquerque UP, Ferreira Júnior WS. 2017. What do we study in evolutionary ethnobiology? Defining the theoretical basis for a research program. *Evolutionary Biology* 44: 206-215.
- Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. 2015. Evolutionary ethnobiology. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary ethnobiology*. New York, Springer. p. 1-5.
- Albuquerque UP, Nascimento ALB, Chaves LS, *et al.* 2019. A brief introduction to niche construction theory for ecologists and conservationists. *Biological Conservation* 237: 50-56.
- Alqahtani AS, Yamazaki K, Alqahtani WH, *et al.* 2017. Australian Hajj pilgrims' perception about mass casualty incidents versus emerging infections at Hajj. *Travel Medicine and Infectious Disease* 15: 81-83.
- Altman MN, Khislavsky AL, Coverdale ME, Gilger JW. 2016. Adaptive attention: How preference for animacy impacts change detection. *Evolution and Human Behavior* 37: 303-314.
- Altman A, Mesoudi A. 2019. Understanding agriculture within the frameworks of cumulative cultural evolution, gene-culture co-evolution, and cultural niche construction. *Human Ecology* 47: 48--497.

- Balling JD, Falk JH. 1982. Development of visual preference for natural environments. *Environment and Behavior* 14: 5-28.
- Barkow JH, Cosmides L, Tooby J. 1992. *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. New York, Oxford University Press.
- Barrett HC. 2012. A hierarchical model of the evolution of human brain specializations. *PNAS* 109: 10733-10740.
- Barrett HC, Broesch J. 2012. Prepared social learning about dangerous animals in children. *Evolution and Human Behavior* 33: 499-508.
- Barrett HC, Peterson CD, Frankenhuus WE. 2016. Mapping the cultural learnability landscape of danger. *Child Development* 87: 770-781.
- Berkes F, Folke C. 2000. *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Bolhuis JJ, Brown GR, Richardson RC, Laland KN. 2011. Darwin in mind: New opportunities for evolutionary psychology. *PLoS Biology* 9: 1-8. doi.org/10.1371/journal.pbio.1001109.
- Boyer P, Bergstrom B. 2008. Evolutionary perspectives on religion. *Annual Review of Anthropology* 37: 111-130.
- Breyer T. 2015. *Epistemological dimensions of evolutionary psychology*. New York, Springer.
- Broesch J, Barrett HC, Henrich J. 2014. Adaptive content biases in learning about animals across the life course. *Human Nature* 25: 181-199.
- Brown C. 2013. 'Human nature', science and international political theory. *Journal of International Relations and Development* 16: 435-454.
- Buss DM. 1989. Sex differences in human mate preferences: Evolutionary hypotheses tested in 37 cultures. *Behavioral and Brain Sciences* 12: 1-49.
- Buss DM 1990. Evolutionary social psychology: Prospects and pitfalls. *Motivation and Emotion* 14: 265-286.
- Buss DM 1995. Evolutionary psychology: A new paradigm for psychological science. *Psychological Inquiry* 6: 1-30.
- Buss DM, Larsen R, Westen D, Semmelroth J. 1992. Sex differences in jealousy: Evolution, physiology, and psychology. *Psychological Science* 3: 251-255.
- Buss DM, Schmitt DP. 1993. Sexual strategies theory: A contextual evolutionary analysis of human mating. *Psychological Review* 100: 204-232.
- Bøggild T, Laustsen L. 2016. An intra-group perspective on leader preferences: Different risks of exploitation shape preferences for leader facial dominance. *The Leadership Quarterly*: 27, 820-837.
- Conroy-Beam D, Buss DM. 2018. Why is age so important in human mating? Evolved age preferences and their influences on multiple mating behaviors. *Evolutionary Behavioral Sciences* doi.org/10.1037/ebs0000127, Advance online publication.

- Cosmides L. 1989. The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task. *Cognition* 31: 187-276.
- Cosmides L, Tooby J. 1987. From evolution to behavior: Evolutionary psychology as the missing link. In: Dupre J. (ed.) *The latest on the best: Essays on evolution and optimality*. Cambridge, MIT Press. p. 277-306.
- Cosmides L, Tooby J. 2003. Evolutionary psychology: Theoretical foundations. In: Nadel L. (ed.) *Encyclopedia of Cognitive Science*. London, Macmillan. p. 54-64.
- DeLecce T, Barbaro N, Mohamedally D, Pham MN, Shackelford TK. 2017. Husband's reaction to his wife's sexual rejection is predicted by the time she spends with her male friends, but not her male coworkers. *Evolutionary Psychology* 15: 1-5. <https://doi.org/10.1177/1474704917705062>
- Edwards J. 2003. Evolutionary psychology and politics. *Economy and Society* 32: 280-298.
- Eisend M. 2018. Explaining the use and effects of humour in advertising: An evolutionary perspective. *International Journal of Advertising*, 37: 526-547.
- Ferera M, Baron AS, Diesendruck G. 2018. Collaborative and competitive motivations uniquely impact infants' racial categorization. *Evolution and Human Behavior* 39: 511-519.
- Fernandes NL, Pandeirada JNS, Soares SC, Nairne JS. 2017. Adaptive memory: The mnemonic value of contamination. *Evolution and Human Behavior* 38: 451-460.
- Ferreira Júnior WS, Medeiros PM, Albuquerque UP. 2019. *Evolutionary ethnobiology*. Chichester: eLS. John Wiley & Sons. doi.org/10.1002/9780470015902.a0028232
- Franek J. 2016. Methodological consilience of evolutionary ethics and cognitive science of religion. *Journal of Cognition and Culture* 16: 144-170.
- Gangestad SW, Tybur JM. 2016. Editorial overview: Evolutionary psychology. *Current Opinion in Psychology* 7: 5-8.
- Hagen EH, Bryant GA. 2003. Music and dance as a coalition signaling system. *Human Nature* 14: 21-51.
- Hartmann P, Apaolaza-Ibáñez V. 2010. Beyond savanna: An evolutionary and environmental psychology approach to behavioral effects of nature scenery in green advertising. *Journal of Environmental Psychology* 30: 119-128.
- Hartmann P, Apaolaza-Ibáñez V. 2013. Desert or rain: Standardization of green advertising versus adaptation to the target audience's natural environment. *European Journal of Marketing* 47: 917-933.
- Hasford J, Kidwell B, Lopez-Kidwell V. 2018. Happy wife, happy life: Food choices in romantic relationships. *Journal of Consumer Research* 44: 1238-1256.
- Hattori WT, Yamamoto ME. 2012. Evolution of human behavior: Evolutionary psychology. *Estudos de Biologia, Ambiente e Diversidade* 34: 101-112.
- Hoffman E, McCabe KA, Smith VL. 1998. Behavioral foundations of reciprocity: Experimental economics and evolutionary psychology. *Economic Inquiry* 36: 335-352.

- Holbrook MB, O'shaughnessy J. 1984. The role of emotion in advertising. *Psychology and Marketing* 1: 45-64.
- Honing H, PlöeGER E. 2012. Cognition and the evolution of music: Pitfalls and prospects. *Topics in Cognitive Science* 4: 513-524.
- Jeffery AJ, Shackelford TK, Zeigler-Hill V, Vonk J, McDonald M. 2018. The evolution of human female sexual orientation. *Evolutionary Psychological Science* 5: 1-16. <https://doi.org/10.1007/s40806-018-0168-2>
- King PE, Barrett JL, Greenway TS, Schnitker SA, Furrow JL. 2018. Mind the gap: Evolutionary psychological perspectives on human thriving. *The Journal of Positive Psychology* 13: 336-345.
- Klasios J. 2016. Evolutionizing human nature. *New Ideas in Psychology* 40: 103-114.
- Kubinskia JS, Navarrete CD, Jonason PK. 2018. Gender differences in two motivational pathways to political conservatism. *Personality and Individual Differences* 125: 145-150.
- Laland KN, Brown GR. 2006. Niche construction, human behaviour and the adaptive-lag hypothesis. *Evolutionary Anthropology* 15: 95-104.
- Laland KN, Odling-Smee J, Myles S. 2010. How culture shaped the human genome: Bringing genetics and the human sciences together. *Nature Reviews Genetic* 11: 137-148.
- Lawrence PR, Piron M. 2015. Economistic and humanistic narratives of leadership in the age of globality: Toward a renewed Darwinian theory of leadership. *Journal of Business Ethics* 128: 383-394.
- Leathers CG, Raines JP. 2014. Veblen's evolutionary economics of religion and the evolutionary psychology of religion. *International Journal of Social Economics*, 41: 146-161.
- Li NP, Yong JC, Tov W, *et al.* 2013. Mate preferences do predict attraction and choices in the early stages of mate selection. *Journal of Personality and Social Psychology* 105: 757.
- Li YJ, Kenrick DT, Griskevicius V, Neuberg SL. 2012. Economic decision biases and fundamental motivations: How mating and self-protection alter loss aversion. *Journal of Personality and Social Psychology* 102: 550.
- Mesoudi A. 2011. *Cultural evolution*. Chicago, University of Chicago Press.
- Mesoudi A. 2016. Cultural evolution: Integrating psychology, evolution and culture. *Current Opinion in Psychology* 7: 17-22.
- Moura JMB, Ferreira Júnior WS, Silva TC, Albuquerque UP. 2017. Landscapes preferences in the human species: Insights for ethnobiology from evolutionary psychology. *Ethnobiology and Conservation*, 6: 1-7.

- Moura JMB, Ferreira Júnior WS, Silva TC, Albuquerque UP. 2018. The influence of the evolutionary past on the mind: An analysis of the preference for landscapes in the human species. *Frontiers in Psychology* 9: 1-13.
- Nairne JS, Pandeirada JNS. 2008. Adaptive memory: Is survival processing special? *Journal of Memory and Language* 59: 377-385.
- Nairne JS, Pandeirada JNS, Gregory KJ, Vanarsdall JE. 2009. Adaptive memory: Fitness relevance and the huntergatherer mind. *Psychological Science* 20: 740-746.
- Nairne JS, Pandeirada JN, Thompson SR. 2008. Adaptive memory: The comparative value of survival processing. *Psychological Science* 19: 176-180.
- Nairne JS, Thompson SR, Pandeirada JNS. 2007. Adaptive memory: Survival processing enhances retention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 33: 263-273.
- Nairne JS, Vanarsdall JE, Pandeirada JNS. 2012. Adaptive memory: Enhanced location memory after survival processing. *Journal of Experimental Psychology* 38: 495-501.
- Nouchi R. 2012. The effect of aging on the memory enhancement of the survival judgment task. *Japanese Psychological Research* 54: 210-217.
- Orians GH, Heerwagen JH. 1992. Evolved responses to landscapes. In: Barkow JH, Cosmides L, Tooby J. (eds.) *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. New York, Oxford University Press. p. 555-579.
- Petersen MB. 2018. Reproductive interests and dimensions of political ideology. *Evolution and Human Behavior* 39: 203-211.
- Prokop P, Fančovičová J. 2014. Seeing coloured fruits: Utilization of the theory of adaptive memory in teaching botany. *Journal of Biological Education* 48: 127-132.
- Prokop P, Fančovičová J, Fedor P. 2014. Parasites enhance self-grooming behaviour and information retention in humans. *Behavioural Processes* 107: 42-46.
- Roberts C. 2015. Psychology, evolution and the traumatised child: Exploring the neurophysiology of early sexual development. *Australian Feminist Studies* 30: 377-385.
- Roos LE, Kim HK, Schnabler S, Fisher PA. 2016. Children's executive function in a CPS-involved sample: Effects of cumulative adversity and specific types of adversity. *Children and Youth Services Review* 71: 184-190.
- Ruin I, Gaillard JC, Lutoff C. 2007. How to get there? Assessing motorists' flash flood risk perception on daily itineraries. *Environmental Hazards* 7: 235-244.
- Saad G, Gill T. 2000. Applications of evolutionary psychology in marketing. *Psychology and Marketing* 17: 1005-1034.
- Sachs ML, Sporrang SK, Colding-Jørgensen M, *et al.* 2017. Risk perceptions in diabetic patients who have experienced adverse events: Implications for patient involvement in regulatory decisions. *Pharmaceutical Medicine* 31: 245-255.

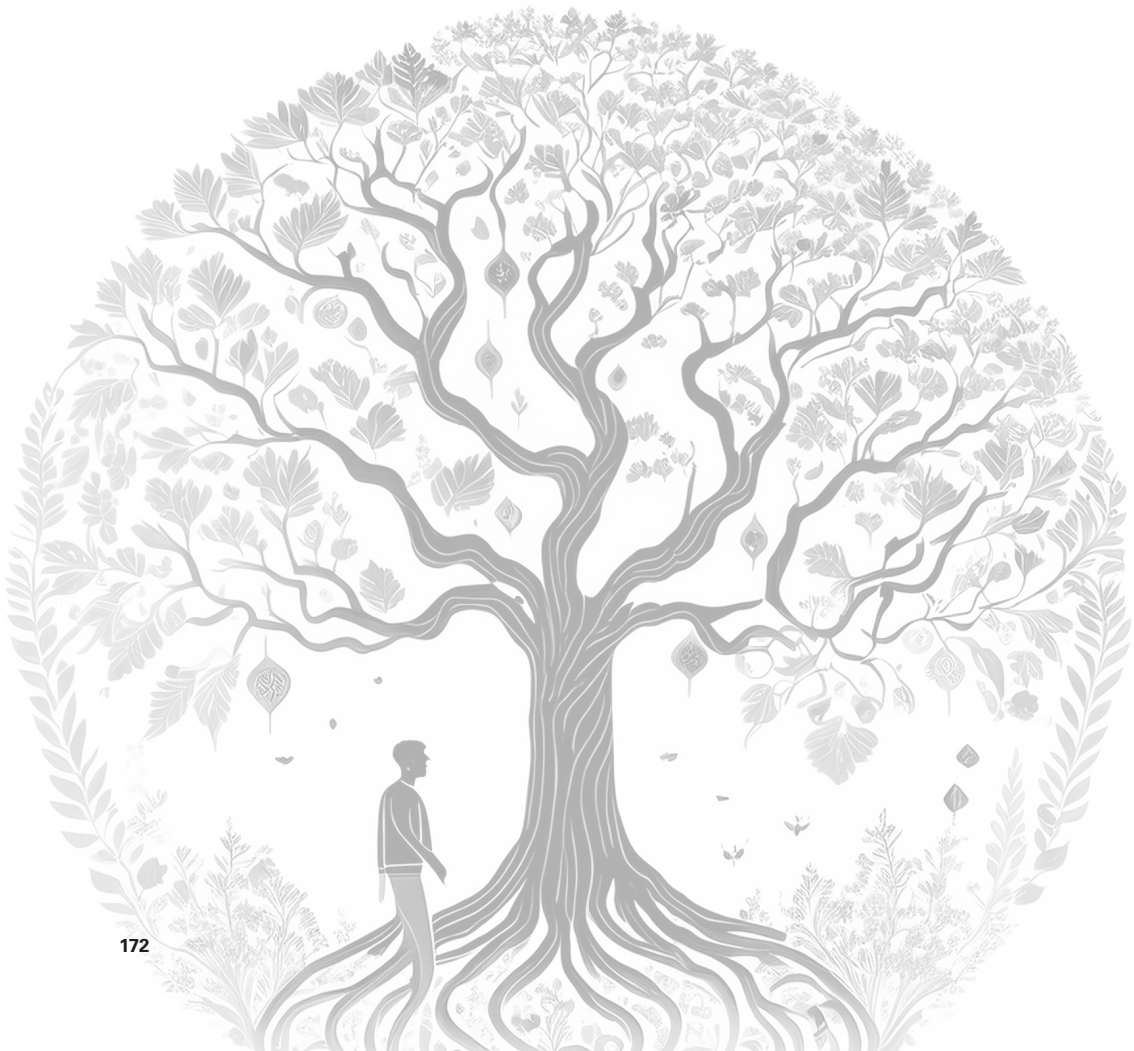
- Sandry J, Trafimow D, Marks MJ, Rice S. 2013. Adaptive memory: Evaluating alternative forms of fitness-relevant processing in the survival processing paradigm. *PLoS ONE* 8: 4, e60868. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060868>
- Santoro FR, Ferreira Júnior WS, Ladio AH, *et al.* 2015. Does plant species richness guarantee the resilience of local medical systems? A perspective from utilitarian redundancy. *PLoS ONE* 10: 1-18.
- Santoro FR, Santos GC, Ferreira-Júnior WS, *et al.* 2017. Testing an ethnobiological evolutionary hypothesis on plant-based remedies to treat malaria in Africa. *Evolutionary Biology*, doi.org/10.1007/s11692-016-9400-9
- Scheideler JK, Taber JM, Ferrer RA, *et al.* 2017. Heart disease versus cancer: Understanding perceptions of population prevalence and personal risk. *Journal of Behavioral Medicine* 40: 839-845.
- Schwarz S, Hassebrauck M. 2012. Sex and age differences in mate-selection preferences. *Human Nature* 23: 447-466.
- Seitz BM, Polack CW, Miller RR. 2018. Adaptive memory: Is there a reproduction-processing effect? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 44: 1167-1179.
- Silva RH, Ferreira Júnior WS, Medeiros PM, Albuquerque UP. 2019. Adaptive memory and evolution of the human naturalistic mind: Insights from the use of medicinal plants. *PLoS ONE* 14: 1-15.
- Silva RH, Medeiros PM, Ferreira Júnior WS, Albuquerque UP. 2017. Human mnemonic performance in a survival scenario: The application of the adaptive memory concept in ethnobiology. *Ethnobiology and Conservation* 9: 1-6.
- Smail DL. 2018. The inner demons of the better angels of our nature. *Historical Reflections/Réflexions Historiques* 44: 117-127.
- Sousa DCP, Soldati GT, Monteiro JM, *et al.* 2016. Information retrieval during free listing is biased by memory: Evidence from medicinal plants. *PLoS ONE* 11: e0165838. doi.org/10.1371/journal.pone.0165838
- Stanford M. 2019. The cultural evolution of human nature. *Acta Biotheoretica* doi.org/10.1007/s10441-019-09367-7
- Stevenson R, Oaten M, Case T, Repacholi B. 2014. Is disgust prepared? A preliminary examination in young children. *The Journal of General Psychology* 141: 326-347.
- Sugiyama MS. 1996. On the origins of narrative. *Human Nature* 7: 403-425.
- Sütterlin C, Schiefenhövel W, Lehmann C, *et al.* 2014. Art as behaviour—an ethological approach to visual and verbal art, music and architecture. *Anthropologischer Anzeiger* 71: 3-13.
- Symons D. 1987. If we're all Darwinians, what's the fuss about. In: Crawford CB, Smith MF, Krebs D. (eds.) *Sociobiology and psychology*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates. p. 121-146.

- Tooby J, Cosmides L. 1990. The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments. *Ethology and Sociobiology* 11: 375-424.
- Tooby J, Cosmides L. 1992. The psychological foundations of culture. In: Barkow J, Cosmides L, Tooby (eds.). *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. New York, Oxford University Press. p. 19-136.
- Tooby J, Cosmides L. 2005. Conceptual foundations of evolutionary psychology. In: Buss DM. (ed.) *The handbook of evolutionary psychology*. Hoboken, Wiley. p. 5-67.
- Tooby J, Cosmides L. 2015. The theoretical foundations of evolutionary psychology. In: Buss DM. (ed.) *The Handbook of Evolutionary Psychology*. Hoboken, John Wiley & Sons. p. 3-87.
- Townsend JB, Barton S. 2018. The impact of ancient tree form on modern landscape preferences. *Urban Forestry & Urban Greening* 34: 205-216.
- Weinstein J, Bugg JM, Roediger HL. 2008. Can the survival recall advantage be explained by basic memory processes? *Memory & Cognition* 36: 913-919.
- Wilke A, Todd PM. 2018. Studying the evolution of cognition: Toward more methodological diversity in evolutionary psychology. *Evolutionary Behavioral Sciences* 12: 133-134.
- Wilson EO. 1975. *Sociobiology: A new synthesis*. Cambridge, Harvard University Press.
- Wixted JT, Goldinger SD, Squire LR, *et al.* 2018. Coding of episodic memory in the human hippocampus. *PNAS* doi.org/10.1073/pnas.1716443115
- Yang L, Lau KPL, Truong L. 2014. The survival effect in memory: Does it hold into old age and non-ancestral scenarios? *PLoS ONE* 9: 1-9.
- Young SG, Brown CM, Ambady N. 2012. Priming a natural or human-made environment directs attention to context-congruent threatening stimuli. *Cognition & Emotion* 26: 927-933.

CAPÍTULO 7

O elo entre a memória adaptativa e a atração cultural

Risoneide Henriques da Silva, Washington Soares Ferreira Júnior,
Joelson Moreno Brito de Moura, Ulysses Paulino de Albuquerque



Compreender os fatores que influenciam o conhecimento e o comportamento humano em suas interações com diferentes ambientes exigiu esforços de diferentes campos de pesquisa (Heyes 2018; Altman & Mesoudi 2019). Várias abordagens têm sido usadas para investigar essas relações, como a teoria da construção de nicho, a teoria da coevolução gene-cultura e a teoria da evolução cultural (Mesoudi 2015; Altman & Mesoudi 2019), incluindo abordagens que estudam aspectos da mente, como Psicologia Cognitiva e Psicologia Evolucionista (Heyes 2018). Uma abordagem interessante e interdisciplinar que dialoga com muitas das teorias destacadas é a Etnobiologia Evolutiva, que estuda os padrões de conhecimento e comportamento humano em suas interações com a biota em vários ambientes, com base em cenários ecológicos e evolutivos (Albuquerque *et al.* 2015; Ferreira Júnior *et al.* 2019; Moura *et al.* 2020).

A Etnobiologia Evolutiva tem buscado integrar vários campos teóricos, incluindo abordagens evolutivas, para compreender os aspectos cognitivos envolvidos no comportamento humano na natureza (Albuquerque *et al.* 2015; Albuquerque & Ferreira Júnior 2017). Assim, etnobiólogos evolutivos propuseram o conceito de mente naturalista humana, entendido como a estrutura de nossa cognição que evoluiu em resposta às adversidades de diferentes ambientes naturais ocupados pelo ser humano ao longo do tempo (Albuquerque & Ferreira Júnior 2017). Nesse sentido, os humanos teriam uma tendência a priorizar na memória informações sobre os desafios dos ambientes naturais, e essa habilidade seria o resultado de uma longa exposição a tais desafios durante nossa história evolutiva.

Portanto, compreender os mecanismos cognitivos que estruturam a mente naturalista pode permitir que os etnobiólogos evolutivos entendam os aspectos cognitivos associados ao comportamento humano em suas interações com diferentes ambientes. Assim, tais pesquisadores têm usado diferentes abordagens teóricas, como aquelas defendidas por psicólogos evolutivos e evolucionistas culturais, para compreender a mente e o comportamento humano na natureza. No entanto, o que esses cenários teóricos têm a oferecer aos etnobiólogos evolutivos?

O cenário teórico da memória adaptativa considera que a mente humana foi projetada por pressões seletivas de ambientes ancestrais para favorecer na memória informações que são relevantes à sobrevivência e

reprodução (ver Nairne *et al.* 2007; Nairne & Pandeirada 2008; Nairne *et al.* 2009; Nairne *et al.* 2012), como, por exemplo, recordando especialmente uma planta tóxica ou um predador. Desse modo, os etnobiólogos evolutivos usam a memória adaptativa como ponto de partida para a compreensão da cognição humana na natureza (ver Silva *et al.* 2017; Silva *et al.* 2019; Moura *et al.* 2020).

Contudo, os aspectos cognitivos por si só não conseguem explicar o comportamento humano. Fatores biológicos e ambientais também influenciam a disseminação de informações na cultura (ver Gangestad *et al.* 2006; Claidière *et al.* 2012; Claidière *et al.* 2014; Henrich 2017; Scott-Phillips *et al.* 2018) e, conseqüentemente, influenciam o comportamento humano em relação à biota. Referimo-nos aqui à abordagem teórica da “atração cultural” (ver Sperber & Hirschfeld 2004; Claidière & Sperber 2009; Claidière & Sperber 2010; Claidière *et al.* 2014; Scott-Phillips *et al.* 2018), que diverge de outras perspectivas de evolução cultural (ver Mesoudi 2011a; b; Mesoudi 2015; Mesoudi 2016) em relação à compreensão da diversidade de mecanismos que favorecem a difusão de informações em uma população.

A teoria da evolução cultural explica a mudança cultural a partir da produção e transmissão de traços culturais (informação) como um processo evolutivo darwiniano, envolvendo mecanismos que influenciam a variação, o *fitness* diferencial (competição entre traços) e a hereditariedade (transmissão entre pessoas) de traços (Mesoudi 2015). Já a teoria da atração cultural, em particular, considera que os fenômenos culturais são explicados não apenas por meio de processos de cópia baseados em imitação, mas também por meio da transformação da informação que é guiada por vieses psicológicos e ecológicos, com vistas a atender às necessidades dos indivíduos em seus habitats (Claidière *et al.* 2014). Assim, a atração cultural refere-se à tendência de diferentes indivíduos de um grupo humano realizarem transformações semelhantes em determinada informação recebida, levando a um maior compartilhamento dessas informações em uma cultura (como traços culturais ligados ao significado dos termos) e à sua estabilização ao longo do tempo, mesmo que haja baixa fidelidade de transmissão (Claidière *et al.* 2014). Nesse caso, as pessoas podem modificar traços recebidos em sua cultura de forma não aleatória, devido ao compartilhamento de vieses que influenciam

essas transformações. Tais vieses, que podem ser biológicos e ambientais, são chamados de fatores de atração cultural e influenciam a frequência com que a informação se propaga na população, possibilitando que algumas dessas informações se tornem mais salientes do que outras (Scott-Phillips *et al.* 2018). Essas informações salientes tendem a atuar como atratores culturais, tornando informações semelhantes também mais compartilhadas entre os indivíduos e gerando, por conseguinte, a estabilidade dessas informações na população (ver Claidière *et al.* 2014). A abordagem da atração cultural diverge da ótica da memória adaptativa, que busca compreender o comportamento humano apenas por meio de traços psicológicos herdados geneticamente de nossos ancestrais (ver Nairne *et al.* 2007).

Os estudos que objetivam entender o comportamento humano em relação à biota costumam tratar os fenômenos cognitivos, ecológicos e culturais de forma dissociada. Todavia, essas perspectivas podem caminhar juntas, permitindo uma compreensão mais aprofundada do comportamento humano na natureza. A memória adaptativa pode auxiliar os etnobiólogos evolutivos a entender, por exemplo, como certos traços psicológicos herdados de nossos ancestrais podem estar direcionando o que os indivíduos irão se lembrar preferencialmente (ver Moura *et al.* 2020). Enquanto isso, a atração cultural pode ajudar a compreender que outros mecanismos de propagação cultural, além da imitação, podem estar envolvidos na difusão diferencial da informação.

Dessa maneira, este capítulo tem como objetivo investigar os pontos comuns entre a memória adaptativa e a atração cultural, trazendo à tona a forma como aspectos evoluídos da mente humana e aspectos ecológicos podem influenciar a disseminação diferencial de informações sobre os desafios da natureza. Para isso, abordamos inicialmente como a mente humana pode ter sido projetada para lidar com diferentes desafios em ambientes naturais. Em seguida, destacamos de que forma os aspectos ecológicos podem interferir diretamente na cognição humana, influenciando as atitudes comportamentais para lidar com os desafios da natureza. Além disso, debatemos a relação entre traços psicológicos herdados de nossos ancestrais e informações que são preferencialmente propagadas na cultura, discutindo como fatores ecológicos podem direcionar o que é compartilhado culturalmente.

Origem de uma mente flexível para lidar com os desafios da natureza

Evidências mostram que os primeiros *Homo sapiens* podem ter coexistido em uma ampla gama de ambientes ancestrais, e não apenas na savana africana do Pleistoceno, como se acreditava inicialmente (ver Foley *et al.* 2016; Stringer 2016; Böhme *et al.* 2017; Friesem *et al.* 2017; Kong *et al.* 2018). Evidências adicionais sugerem que os primeiros *H. sapiens* podem ter migrado para vários outros ambientes em busca de melhores condições de sobrevivência (ver Blome *et al.* 2012; Coulthard *et al.* 2013; Roberts *et al.* 2016). Esse mosaico de ambientes em que os hominídeos se desenvolveram pode ter ocasionado reflexos em certos comportamentos humanos nos dias de hoje (ver Moura *et al.* 2018).

À medida que os primeiros *H. sapiens* ocupavam novos habitats, eles provavelmente se depararam com outros desafios diferentes daqueles existentes em seus ambientes de origem. Bulley *et al.* (2017) apontam, por exemplo, que a exposição a novas ameaças ao longo do tempo pode ter impulsionado nos seres humanos a evolução de um novo tipo de sistema cognitivo flexível para lidar com ameaças da natureza. Nesse caso, é provável que traços psicológicos que foram eficazes para nossos ancestrais lembrarem desafios naturais em determinado ambiente, como ameaças de uma savana africana, podem não ter sido eficientes para lembrar outros desafios ambientais em novos habitats, como ameaças de uma floresta tropical.

A fim de compensar isso, os traços psicológicos herdados dos hominídeos para lidar com os desafios da natureza podem ter sido modificados para que os humanos pudessem se adaptar a novas adversidades em diferentes ambientes. Essa ideia se assemelha à visão de Barrett (2012), que considera que nossos mecanismos mentais podem ser heterogêneos, com novas estruturas evoluindo a partir de estruturas mais antigas e com uma possível combinação entre características ancestrais e características derivadas recentes. Ao considerar essa perspectiva, entendemos que os traços psicológicos humanos podem assumir novas formas dependendo das circunstâncias ambientais. Assim, a preferência universal por ambientes de savana, por exemplo, não é mais observada em algumas

culturas, que podem preferir outros tipos de ambientes, como florestas tropicais, o que pode refletir o estabelecimento de seres humanos em diferentes ambientes ao longo de sua história evolutiva (Moura *et al.* 2018). Michalski & Shackelford (2010) também destacam que as diferenças de personalidade em humanos podem ser o resultado de distintos desafios ambientais enfrentados por nossos ancestrais. Nesse caso, os homínidos podem ter desenvolvido mecanismos psicológicos nos mais variados ambientes durante sua evolução no Pleistoceno (ver Hartmann & Apaolaza-Ibáñez 2010; Moura *et al.* 2018).

Dessa forma, consideramos que traços psicológicos ancestrais e derivados para lidar com os desafios da natureza podem coexistir na mente do humano moderno. Essas características podem refletir, por exemplo, a capacidade cognitiva observada em humanos para lembrar informações sobre ameaças que estavam presentes entre nossos ancestrais e que persistem em ambientes contemporâneos, bem como a capacidade humana para lembrar ameaças que surgiram mais recentemente em nossa história evolutiva (ver Silva *et al.* 2019).

Estudos de Young *et al.* (2012) e Yang *et al.* (2014) corroboram esses argumentos. Young *et al.* (2012) observaram que ameaças de ambientes modernos – como armas de fogo e carros – capturam e mantêm a atenção na memória humana da mesma forma que ameaças que se referem a ambientes ancestrais – como cobras e aranhas. O estudo de Yang *et al.* (2014) também revelou que palavras importantes para a sobrevivência são mais recordadas por pessoas em cenários de ambientes tanto ancestrais quanto não ancestrais.

Essas evidências se ajustam à ideia de Barrett (2012) de que a mente humana é constituída por traços psicológicos ancestrais e derivados. Igualmente, apoiam a visão de Bulley *et al.* (2017) de que a mente humana desenvolveu um aparato cognitivo flexível para lidar com diferentes ameaças surgidas durante a ocupação humana de diversos ambientes (ver figura 1).

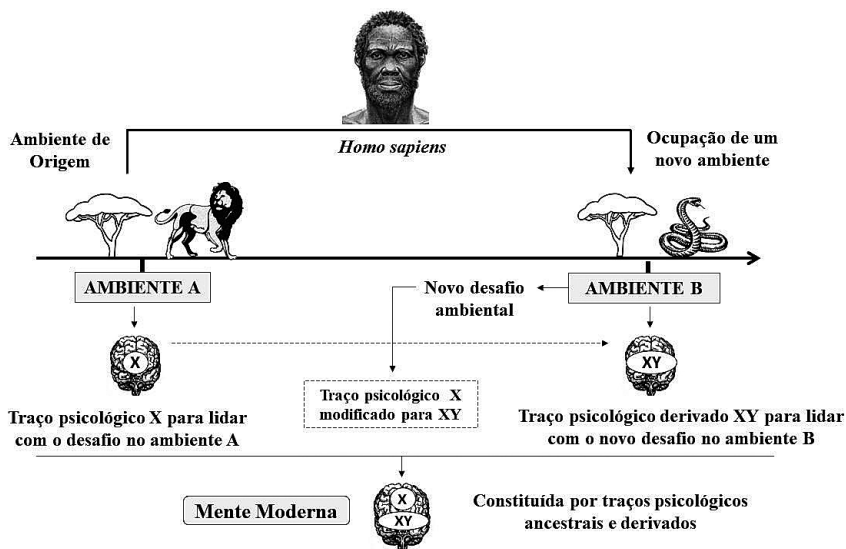


Figura 1. Estrutura da mente humana moderna para lidar com os desafios da natureza.

Portanto, se a mente humana possui plasticidade para lembrar informações sobre ameaças naturais, é provável que informações relevantes para lidar com tais ameaças sejam evocadas de maneira distinta na memória. Evidências recentes sugerem que a mente humana recupera informações adaptativas para lidar com os desafios da natureza de forma hierárquica (Sandry *et al.* 2013; Silva *et al.* 2019).

Sandry *et al.* (2013), por exemplo, ao estudar a memorização de palavras em diferentes cenários relacionados a mecanismos adaptativos – sobrevivência, medo e fobia, seleção de parceiro, prevenção de incesto, detecção de trapaceiros, ciúme, infidelidade e ganho ou manutenção de *status* –, descobriram que o cenário de sobrevivência suscitou melhor recordação de palavras quando comparado aos outros cenários de mecanismos também considerados adaptativos. Ao encontro disso, uma pesquisa realizada por Silva *et al.* (2019) indicou que pares de palavras – plantas associadas ao tratamento de doenças –, quando evocadas na memória, também obedeciam a uma lógica de recuperação hierárquica, em que determinados pares de palavras eram lembrados prioritariamente. Além disso, Prokop & Fančovičová (2018) observaram que plantas tóxicas são

detectadas mais rapidamente por seres humanos do que plantas sem toxicidade.

No entanto, não está claro por que algumas informações relevantes para lidar com os desafios da natureza podem se tornar mais salientes na memória do que outras. Investigar esse funcionamento diferencial da memória pode ajudar a compreender a forma como a mente naturalista opera e os padrões de comportamento observados nos humanos em relação à biota. A partir das considerações supracitadas, é possível que a mente naturalista esteja estruturada com mecanismos psicológicos para lidar com ameaças ancestrais específicas e com mecanismos para lidar com ameaças atuais. Em relação às ameaças ancestrais, o estudo conduzido por Yorzinski *et al.* (2014) mostrou que homens e mulheres detectam mais rapidamente e mantêm maior contato visual com imagens que apresentam animais perigosos, como cobras e leões, em comparação com imagens de animais não perigosos, como lagartos. LoBue & DeLoache (2008) também observaram que crianças e adultos detectam cobras mais rapidamente do que outros tipos de estímulos não ameaçadores. Essa atenção visual também foi observada em bebês de cinco meses, que mostraram maior fixação visual para imagens contendo uma aranha esquemática do que imagens contendo uma flor (Rakison & Derringer 2008). Tais estudos sugerem que a mente naturalista possui mecanismos psicológicos para favorecer a atenção a certos componentes da biota que refletem ameaças ancestrais.

Entretanto, a mente naturalista também pode possuir mecanismos psicológicos de domínio geral selecionados para lidar com desafios em diferentes ambientes. Os desafios ambientais recorrentes aos quais os hominídeos foram expostos no passado moldaram a forma como a mente moderna opera, tornando-a capaz de favorecer as adversidades ambientais mais recorrentes na natureza (ver argumentos de Ferreira Júnior *et al.* 2019), independentemente de a adversidade referir-se a um contexto ancestral ou moderno. Além disso, consideramos que esse fato pode estar intimamente relacionado ao aumento da familiaridade e da percepção diferencial do evento de risco, o que pode levar a diferentes atitudes humanas em relação aos desafios do mundo natural. Acreditamos, assim, que tais características psicológicas para lidar com desafios recorrentes

podem ter evoluído durante os processos de migração humana em diferentes ambientes ao longo do tempo.

A recorrência da adversidade ambiental como ativadora de traços psicológicos para lembrar informações relacionadas à evitação de tal adversidade

Estudos têm mostrado que o aumento da recorrência de um evento de risco no ambiente gera maior familiaridade e uma percepção de risco diferenciada em relação a esse evento na natureza (ver Ruin *et al.* 2007; Miceli *et al.* 2008; Mortensen *et al.* 2010; Wachinger *et al.* 2013; Gibbons & Groarke 2016; Sachs *et al.* 2017; Scheideler *et al.* 2017). Sachs *et al.* (2017), por exemplo, observaram que pessoas portadoras de diabetes tendem a perceber como de maior risco os efeitos adversos mais recorrentes durante o tratamento da doença em detrimento dos efeitos adversos menos recorrentes. Silva *et al.* (2019) também observaram uma tendência de as pessoas priorizarem na memória informações sobre plantas associadas ao tratamento de doenças mais recorrentes na população, o que, segundo os autores, pode estar relacionado à maior familiaridade e percepção de risco diferenciada quanto a essas doenças.

Tendo em vista essas evidências, é provável que informações importantes para lidar com desafios recorrentes na natureza possam ser favorecidas na memória humana. Além disso, supomos que a intensificação dessas informações adaptativas na memória seja desencadeada pelo aumento da familiaridade com o evento recorrente, o que leva a uma percepção de risco diferenciada em relação a esse evento no ambiente. Tais argumentos são compatíveis com alguns estudos empíricos sobre o tema (ver Ruin *et al.* 2007; Prokop *et al.* 2015; Gibbons & Groarke 2016).

Gibbons & Groarke (2016) notaram que a experiência anterior, ou seja, a familiaridade, de mulheres com câncer de mama influenciou o aumento da percepção de risco em relação à doença. Prokop *et al.* (2015), por sua vez, verificaram que experiências anteriores com doenças interferiram nas expressões de representações infantis sobre microrganismos. Segundo os autores, as crianças tendiam a representar desenhos de

microrganismos em cores mais escuras, fato que poderia estar associado à maior percepção de vulnerabilidade quanto à doença, levando a criança a um estado de humor negativo. Tais evidências corroboram a ideia de que o aumento da familiaridade com o evento de risco na natureza pode interferir diretamente na percepção de risco das pessoas em relação às adversidades ambientais.

Além disso, Ruin *et al.* (2007) descobriram que eventos ambientais raros, porém importantes, com consequências graves, foram percebidos como de menor risco devido à sua ocorrência pouco frequente na população. Essa evidência também indica que a recorrência do evento de risco pode ser responsável por uma percepção de risco diferenciada quanto à adversidade na natureza.

Portanto, concordamos com a ideia de que pressões seletivas de diferentes ambientes naturais podem ter permitido aos humanos desenvolver um aparato cognitivo e comportamental eficaz para resolver desafios ambientais de maior regularidade na natureza (ver Tooby & Cosmides 2005; 2015; Ferreira Júnior *et al.* 2019). Estudos têm mostrado, por exemplo, que a recorrência da aflição ante um evento de risco leva os humanos a adotarem estratégias adaptativas para lidar com esses eventos no ambiente (ver Lavielle & Wachter 2014; Prokop *et al.* 2014). Nesse sentido, Lavielle & Wacher (2014) observaram que os comportamentos preventivos para lidar com o diabetes tipo II estavam intimamente relacionados à experiência prévia das pessoas e à sua percepção de risco. Já Prokop *et al.* (2014) perceberam que o comportamento de autolimpeza (higiene) em humanos foi induzido pelo aumento da exposição a informações sobre parasitas. E Sherman & Billing (1999) descobriram que pessoas residentes em ambientes com alta incidência de patógenos tendem a usar mais temperos na culinária que são considerados antibióticos naturais.

Além disso, foi observado que pessoas tendem a selecionar mais espécies de plantas medicinais para o tratamento de doenças recorrentes (Santoro *et al.* 2015). Santoro *et al.* (2016) evidenciaram, por exemplo, que a incidência da malária levou a um maior conhecimento sobre as plantas medicinais antimaláricas em grupos africanos em períodos em que não havia políticas públicas de controle da doença. Essas evidências corroboram a ideia de um direcionamento diferencial de estratégias adaptativas

humanas para lidar com os desafios ambientais mais recorrentes, fato que pode estar diretamente relacionado à forma como a mente naturalista humana evoluiu e funciona.

No entanto, para que haja um comportamento diferenciado dos seres humanos em relação aos desafios ambientais recorrentes, lembrar informações para lidar com esses desafios não é suficiente: tais informações precisam ser compartilhadas entre os indivíduos. Quando consideramos que nossa mente foi projetada pela seleção natural para privilegiar informações que oferecem vantagens adaptativas aos seres humanos (ver Nairne *et al.* 2007), um dos pontos investigativos de interesse consiste em entender como essas informações podem emergir culturalmente. Tendo isso em vista, no tópico a seguir, tratamos da relação entre os traços psicológicos de base genética herdados de nossos ancestrais e as informações sobre os desafios do mundo natural que são compartilhados na cultura.

Traços psicológicos herdados de nossos ancestrais e sua relação com as informações compartilhadas em grupos humanos

De acordo com os psicólogos evolucionistas, a memória humana foi moldada por pressões seletivas de ambientes ancestrais para favorecer informações importantes à sobrevivência (ver Nairne *et al.* 2007; Nairne & Pandeirada 2008; Nairne *et al.* 2009; Nairne *et al.* 2012). Nesse sentido, se possuímos um viés psicológico inato herdado de nossos ancestrais para lembrar preferencialmente informações adaptativas, é possível que essas informações também se tornem mais compartilhadas.

Barrett & Broesch (2012) observaram, por exemplo, que informações adaptativas sobre animais perigosos tendiam a ser mais bem-lembradas e aprendidas entre crianças que vivem na cidade de Los Angeles, Califórnia, e crianças de uma aldeia em Shuar, na Amazônia equatoriana. Além disso, os autores mostraram que as informações relevantes para a sobrevivência são bem-lembradas e aprendidas em diferentes contextos ambientais e culturais, o que reforça a ideia de um viés inato para favorecer informações adaptativas na memória – viés que provavelmente

está presente durante a transmissão cultural –, independentemente do contexto ambiental.

Assim como a existência de uma hierarquia cognitiva para recordar informações relevantes à sobrevivência (ver Sandry *et al.* 2013; Silva *et al.* 2019), também foi observada a existência de um viés hierárquico durante o processo de aprendizagem e transmissão cultural (ver Zacks *et al.* 2001; Mesoudi & Whiten 2004; Whiten *et al.* 2006; Mesoudi & O'Brien 2008; O'Brien *et al.* 2010; Loucks *et al.* 2016). Mesoudi & Whiten (2004), por exemplo, deram aos participantes de seu experimento três descrições de ações básicas para a realização de eventos cotidianos: ir a um restaurante, levantar-se e fazer compras. Cada descrição continha ações de baixo, médio e alto nível necessárias para a realização desses eventos, tais como estacionar o carro do lado de fora do supermercado e sair do carro (ação de baixo nível), chegar ao supermercado, pegar itens e entrar na fila (ação de nível médio) e ir às compras (ação de alto nível). Mesoudi & Whiten (2004) pediram, então, aos participantes que transmitissem essas informações descritivas ao longo de cadeias de transmissão cultural. Eles observaram que a proporção de informações de estoque de baixo nível diminuiu a cada geração da cadeia de transmissão e que a proporção de informações de nível médio e alto aumentou significativamente. Esse resultado demonstra que a transmissão cultural humana também obedece a uma lógica de organização hierárquica, uma vez que apenas as descrições de ações que ocupavam posições mais altas na hierarquia mnemônica foram mais bem-transmitidas.

Outro estudo conduzido por Zacks *et al.* (2001) obteve resultados semelhantes. Os autores mostraram aos participantes quatro vídeos de eventos cotidianos, entre os quais alguns eram familiares – fazer a cama ou lavar a louça –, e outros não – montar um saxofone ou fertilizar plantas de casa. Cada um dos eventos contava com um roteiro de doze etapas que continham unidades maiores e menores de ações necessárias para a sua execução. Zacks *et al.* (2001) pediram aos participantes que assistissem aos vídeos e, à medida que estes eram apresentados, utilizassem um teclado de computador para indicar os pontos de ruptura entre as unidades maiores e menores de ação, ou seja, em que ponto essas unidades começavam e terminavam. Ao investigar os efeitos dessa segmentação

pelos participantes, os autores observaram que eles tendiam a perceber e organizar tais eventos rotineiros de maneira hierárquica.

Tais evidências podem se encaixar em algumas abordagens da evolução cultural que tratam do compartilhamento diferencial de informações em uma população como sendo impulsionado por vieses de transmissão cultural, a exemplo do viés de conteúdo. Vieses de conteúdo correspondem a traços culturais que são mais prováveis de serem compartilhados do que outros devido às características intrínsecas que apresentam (Mesoudi 2016). Esses vieses também podem estar associados, por exemplo, a aspectos inatos da mente humana, como a memória adaptativa.

Além disso, compartilhar certas informações em detrimento de outras em um grupo humano pode estar ligado à atração cultural (ver Claidière *et al.* 2014; Scott-Phillips *et al.* 2018). Nesse caso, a memória adaptativa pode atuar como um importante fator de atração cultural, aumentando a probabilidade de as pessoas compartilharem informações importantes sobre a sobrevivência. Devido à influência desse fator de atração psicológico (memória adaptativa) na transmissão cultural, tais informações podem adquirir alta frequência ao longo do tempo na população e acabar se tornando um atrator cultural de outras informações semelhantes, que também serão favorecidas no processo de transmissão cultural. Esse fato pode levar à estabilidade de informações importantes para a sobrevivência em populações humanas.

Assim, considerando que (i) a mente humana foi projetada para lembrar informações relevantes para lidar com diferentes desafios na natureza (ver Nairne *et al.* 2007) e pode atuar como um importante fator de atração cultural, (ii) possuímos um aparato cognitivo flexível para lidar com os desafios ambientais (ver Sandry *et al.* 2013; Silva *et al.* 2019) e (iii) a recorrência da adversidade no ambiente pode modelar as informações adaptativas que serão preferencialmente lembradas (ver Sachs *et al.* 2017; Silva *et al.* 2019), investigar o papel do meio ambiente em como essas informações serão compartilhadas culturalmente pode ser um passo importante na compreensão da mente e do comportamento humano na natureza. Tal aspecto é discutido na seção a seguir.

A recorrência de desafios ambientais intensifica o compartilhamento diferencial de informações adaptativas na cultura?

As evidências destacadas anteriormente revelam que a mente humana pode estar equipada para organizar e influenciar o compartilhamento de informações culturais de maneira hierárquica. Assim, supomos que o mesmo fenômeno possa ser observado quando as informações adaptativas inerentes aos desafios da natureza são evocadas na memória (ver Sandry *et al.* 2013; Silva *et al.* 2019) e transmitidas culturalmente (ver Eriksson & Coultas 2014; Barrett *et al.* 2016).

Barrett *et al.* (2016) notaram, por exemplo, que as crianças aprenderam mais facilmente informações sobre animais perigosos, seguidas de dados sobre alimentos e objetos perigosos. Prokop & Fančovičová (2014), por sua vez, observaram que frutas maduras eram mais lembradas do que frutas imaturas e que informações sobre plantas tóxicas eram mais lembradas do que seu nome e local de ocorrência. Já Eriksson & Coultas (2014) observaram que histórias fictícias que continham informações sobre elementos repugnantes (por exemplo, um alimento preparado com carne de rato) tendiam a ser mais lembradas e transmitidas do que histórias que não continham elementos repugnantes (por exemplo, um alimento preparado com azeitonas verdes). Essas evidências sugerem que o aprendizado e a transmissão cultural humana envolvendo informações adaptativas para lidar com as adversidades da natureza também são hierárquicos.

Tais dados também dialogam com outra importante discussão que envolve a existência de mecanismos de *aprendizagem preparada* em humanos (ver Ohman & Mineka 2001; Ohman 2009) e em animais não humanos (ver Garcia & Koelling 1966; Galef 2009; Galef 2012). A esse respeito, Wertz & Wynn (2014) observaram que bebês humanos de 6 e 18 meses identificavam mais facilmente plantas do que artefatos como fonte de alimento quando a mesma informação social era aplicada (por exemplo, demonstração de um adulto colocando uma planta ou objeto na boca). Segundo os autores, tal achado seria explicado pelo fato de tais informações sobre plantas estarem presentes no início do processo ontogenético dos indivíduos, sendo consistentes com mecanismos de aprendizagem evoluídos.

Isso sugere que as crianças humanas nasceriam equipadas com as mesmas instruções de aprendizagem social para identificar plantas comestíveis. Esse aspecto é importante, pois evitaria a experimentação por tentativa e erro, algo que poderia ser bastante arriscado (Wertz & Wynn 2014). Nesse sentido, assumimos que a existência de aprendizagem preparada em humanos está ligada a uma memória inata para lembrar, principalmente, informações de relevância para a sobrevivência (ver Nairne *et al.* 2007). Ao longo da história de vida humana, ao serem evocadas na memória, essas informações estão suscetíveis a ajustes que visam atender aos desafios ambientais, como, por exemplo, relembrar a ameaça mais comum em determinado momento no ambiente, de modo que essa informação mais bem-lembrada também possa ser mais bem-compartilhada e aprendida por outras pessoas. Uma questão de pesquisa resultante dessas descobertas seria investigar se a aprendizagem preparada e a memória adaptativa fazem parte de um mesmo processo cognitivo.

Portanto, se a mente humana foi hierarquicamente projetada para organizar na memória e influenciar a transmissão de informações relevantes para resolver desafios na natureza, algumas informações podem ser mais lembradas e compartilhadas do que outras. Consideramos que informações para lidar com as adversidades ambientais são favorecidas na cultura quando o evento se torna recorrente na natureza. Um estudo realizado por Zacks *et al.* (2001), por exemplo, observou que a organização das informações em uma hierarquia era mais pronunciada quando havia familiaridade com o evento, levando a pensar que a recorrência do evento no ambiente o tornava mais familiar e, portanto, mais frequentemente lembrado e transmitido na cultura.

Diante disso, estudos sobre aprendizagem preparada procuraram compreender os tipos de pistas usadas para decidir quais informações são adaptativamente relevantes, como cheiro e sabor na identificação de alimentos em ratos (ver Galef 2009; 2012) e pistas para o perigo na aprendizagem social ao medo em humanos (ver Ohman & Mineka 2001; Ohman 2009). Quando pensamos em vieses cognitivos inatos que influenciam a transmissão cultural, uma pista para lembrar certas informações relevantes para a sobrevivência está relacionada à percepção de regularidade do desafio no ambiente. Desafios regulares tornam-se familiares e são percebidos como

de maior risco (ver Gibbons & Groarke 2016). Assumimos que tal fato facilita a recuperação dessas informações na memória, bem como seu compartilhamento diferencial na população (ver figura 2).

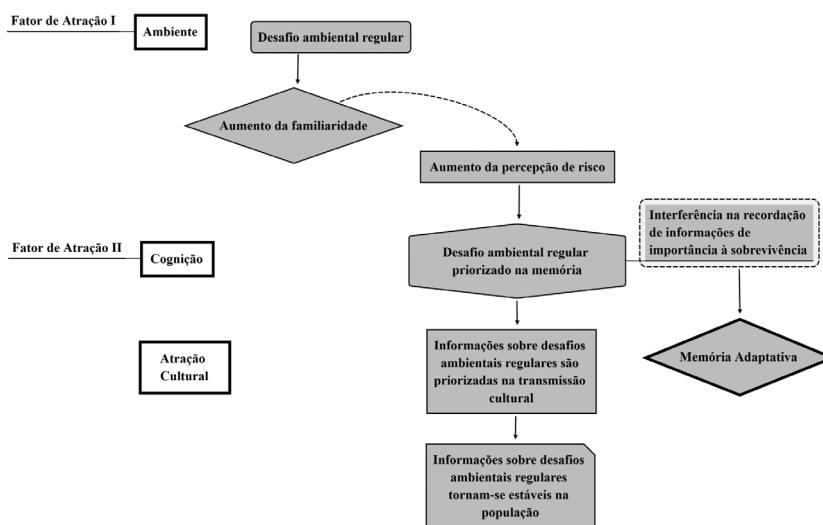


Figura 2. A regularidade do desafio ambiental (fator de atração I) gera um aumento na familiaridade e percepção de risco, influenciando a recordação de informações importantes à sobrevivência (fator de atração II), e, em decorrência disso, ocorre o compartilhamento diferencial dessas informações na população (atração cultural).

Um caso interessante a ser mencionado envolve o compartilhamento de plantas medicinais em grupos humanos. Foi observado em diferentes grupos que, do total de plantas medicinais conhecidas, apenas uma pequena quantidade é amplamente compartilhada entre as pessoas (Barrett 1995; Hopkins & Stepp 2012). Ferreira Júnior & Albuquerque (2015) sugeriram que as plantas mais comuns podem oferecer vantagens no tratamento de doenças, pois combinam um conjunto de características importantes, como alta disponibilidade, cheiros e sabores particulares, sendo indicadas para o tratamento de doenças com alta frequência de ocorrência (ver Casagrande 2000). Nesse sentido, a recorrência da doença pode impulsionar uma maior utilização de plantas disponíveis com características medicinais reconhecidas localmente e indicadas para o tratamento dessa enfermidade, favorecendo, assim, sua popularização.

Desse modo, aspectos ecológicos, como a recorrência do evento ambiental, são provavelmente outro importante fator de atração cultural que influencia a disseminação de informações adaptativas para lidar com esses desafios em populações humanas. À medida que tais informações ganham destaque entre os indivíduos, podem atrair informações semelhantes quando compartilhadas culturalmente, tornando-se estáveis em grupos humanos. Contudo, é importante destacar que as informações disseminadas em uma população nem sempre são adaptativas. Alguns medicamentos tradicionais ineficazes, por exemplo, podem ser compartilhados, tornando-se traços culturais mal-adaptados (ver Tanaka *et al.* 2009; Dantas *et al.* 2020). Esses traços culturais não adaptados surgem como resultado de estratégias de transmissão cultural que permitem aos indivíduos obter informações adaptativas a um menor custo, o que pode resultar no estabelecimento e na disseminação de variantes que falham em aumentar o *fitness* (Richerson & Boyd 2005; Brown & Richerson 2013). Essa questão deve ser considerada ao se buscar compreender o compartilhamento de informações importantes para a sobrevivência em grupos humanos.

As informações adaptativas para lidar com desafios recorrentes do mundo natural podem ser moldadas por atratores culturais

Considerando que a mente humana possui plasticidade e funciona hierarquicamente, priorizando certas informações adaptativas na memória e na transmissão cultural para lidar com desafios recorrentes da natureza, podemos supor que a informação adaptativa favorecida e transmitida culturalmente sofre mudanças durante a transmissão cultural. As pesquisas sobre atração cultural consideram que as mudanças na transmissão não devem ser vistas apenas como resultado de desvios de cópia fiel da informação, mas também como processos que são reconstruídos por meio da ação de fatores de atração cultural, sejam eles psicológicos ou ambientais (Claidière *et al.* 2014; Scott-Phillips *et al.* 2018).

O estudo de Santoro *et al.* (2018) destaca um exemplo hipotético de como a informação adaptativa pode ser reconstruída por pessoas para atender às demandas do ambiente. Segundo os autores, uma pessoa pode aprender sobre uma espécie de palmeira passível de ser usada para fazer um objeto específico em sua cultura. No entanto, as mudanças ambientais podem tornar essa espécie vegetal indisponível a qualquer momento, e a indisponibilidade da planta no ambiente pode levar o indivíduo a utilizar as informações originalmente adquiridas, como, por exemplo, o formato das folhas da palmeira, para experimentar o uso de uma espécie similar. Se vários indivíduos em um grupo usam a mesma estratégia, ainda que de forma independente, isso pode favorecer o compartilhamento de informações sobre a nova espécie. Tal ideia indica que as informações relevantes para lidar com os desafios da natureza podem ser reconstruídas para atender às necessidades humanas em seus ambientes, aumentando em frequência ao longo do tempo.

Estudos que buscaram compreender o funcionamento dos sistemas médicos, fornecem algumas evidências de como os fatores de atração cultural podem estar atuando no compartilhamento diferencial de informações importantes para lidar com doenças em populações humanas. Já foi demonstrado que existe uma redundância de recursos nos sistemas médicos locais, ou seja, um repertório de plantas que tratam o mesmo alvo terapêutico (ver Ferreira Júnior *et al.* 2011; Alencar *et al.* 2014). De acordo com Santoro *et al.* (2018), mudanças repetidas nessas informações podem ter aumentado o repertório de informações sobre plantas que são úteis para tratar a mesma doença. Ademais, a redundância de plantas medicinais parece ser maior quando envolve o tratamento de doenças comuns (ver Santoro *et al.* 2015; Nascimento *et al.* 2016).

Além disso, ao considerar que as alterações nas informações sobre os tratamentos entre os indivíduos podem ser mais frequentes para doenças recorrentes, vieses cognitivos também podem direcionar essas mudanças para recursos que compartilham certas características, como propriedades organolépticas. Nesse caso, plantas redundantes para tratar determinada doença recorrente podem compartilhar características de sabor e cheiro, fazendo com que plantas percebidas como amargas, por exemplo, sejam direcionadas para certas doenças populares em um

grupo humano (Medeiros *et al.* 2015). Outros estudos também observaram uma associação entre propriedades organolépticas de plantas e suas indicações medicinais em diversos grupos humanos (Geck *et al.* 2017; Albuquerque *et al.* 2020). Portanto, é provável que esses achados possam ser explicados por fatores de atração cultural, uma vez que doenças mais presentes no ambiente podem estar gerando maior estabilidade de informações relacionadas às plantas medicinais importantes para tratar tais enfermidades na população.

Nesse sentido, doenças recorrentes, assim como fatores cognitivos, podem atuar como importantes fatores de atração cultural. Esse fato também pode estar associado a um comportamento diferencial do ser humano, tanto para lidar com doenças recorrentes no meio ambiente quanto para selecionar espécies medicinais com propriedades organolépticas.

Assim, essa informação modificada provavelmente irá gerar um viés mnemônico, levando as pessoas a lembrarem e transmitirem preferencialmente a informação para enfrentar os desafios ambientais recorrentes em qualquer momento no ambiente. Tudo isso só é possível se a mente humana for flexível, ora priorizando informações para resolver determinado desafio ambiental, ora favorecendo outras informações para resolver outro desafio no ambiente. Portanto, assumimos que entender o comportamento humano na natureza só é possível quando consideramos os aspectos cognitivos herdados de nossos ancestrais e os aspectos ecológicos e culturais (ver Gangestad *et al.* 2006; Moura *et al.* 2020).

Além disso, pode existir um padrão comum nas culturas humanas em relação às estratégias adaptativas para lidar com eventos recorrentes na natureza. No entanto, é necessário investigar em detalhes se esse fato pode levar a regularidades transculturais. As regularidades transculturais são representadas por indivíduos que compartilham características cognitivas semelhantes e, como resultado, esses indivíduos transformam suas representações em uma direção similar (Sperber & Hirschfeld 2004). Alguns estudos apontam regularidades transculturais associadas à incidência de patógenos em populações humanas (ver Sherman & Billing 1999; Schaller & Murray 2008). Um estudo realizado

por Schaller & Murray (2008) observou, por exemplo, que a prevalência de doenças infecciosas estava associada a diferenças culturais de personalidade. Segundo esses autores, pessoas que vivem em regiões com alta incidência de doenças infecciosas apresentam níveis mais baixos de homossexualidade, extroversão e abertura a novas experiências, o que pode estar associado a comportamentos preventivos de doenças.

Assim, sugerimos que estudos futuros investiguem a existência de regularidades transculturais relacionadas à recorrência de desafios ambientais em culturas humanas. Na tabela a seguir, destacamos algumas hipóteses que podem ser úteis como ponto de partida para investigar a recordação e o compartilhamento de informações importantes para a sobrevivência, considerando a interação entre ecologia, cognição e cultura.

Tabela 1. Níveis de interação entre ambiente, cognição e cultura em diferentes escalas (individual e/ou populacional), com algumas hipóteses relacionadas a doenças.

Níveis de interação		<i>Insights</i> teóricos	Hipóteses
Nível individual	Ecológico	Desafio ambiental regular (Efeito modulador da memória adaptativa)	Desafios ambientais regulares geram familiaridade e aumento da percepção de risco
	Cognitivo	Memória adaptativa	Desafios ambientais regulares recebem melhor recordação
Nível populacional	Atração cultural	Fatores de atração cognitivos e ecológicos influenciam o compartilhamento de informações, estabilizando certas informações na população	Doenças regulares são priorizadas na transmissão cultural

Níveis de interação	<i>Insights</i> teóricos	Hipóteses
Evolução cultural	A mudança de formação em uma cultura compreende variação, competição e herança que deriva do processo de aprendizagem social	A origem de uma nova doença regular gera inovações dentro do sistema médico, sendo priorizada na transmissão cultural

Considerações finais

Nesta revisão, buscamos compreender a ligação entre os campos teóricos da memória adaptativa e da atração cultural, averiguando como essas duas abordagens convergentes poderiam auxiliar os etnobiólogos evolutivos a entender o funcionamento da mente naturalista e os padrões de comportamento observados em humanos quanto à biota. Mostramos que a mente humana pode ter sido projetada ao longo de sua evolução em vários ambientes naturais para recuperar informações a partir de uma lógica de organização hierárquica e que isso só foi possível porque nossa mente desenvolveu um aparato cognitivo flexível para lidar com os desafios naturais. Também evidenciamos que essa estrutura cognitiva hierárquica pode ter permitido aos seres humanos transmitir informações culturais de maneira diferencial para lidar com as adversidades ambientais. Esse compartilhamento diferencial de informações pode estar sendo direcionado por fatores de atração cultural, sejam eles inerentes à mente humana (memória adaptativa) ou ecológicos (eventos ambientais recorrentes). Além disso, demonstramos que é difícil dissociar os traços psicológicos de natureza genética daqueles transmitidos culturalmente, uma vez que o comportamento humano diante das adversidades da natureza pode ser resultado da expressão conjunta de informações genéticas, ecológicas e culturais.

Referências

- Albuquerque UP, Ferreira Júnior WS. 2017. What do we study in Evolutionary Ethnobiology? Defining the theoretical basis for a research program. *Evolutionary Biology* 44: 206-215.
- Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. 2015. Evolutionary Ethnobiology. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A. (eds.) *Evolutionary Ethnobiology*. New York, Springer. p. 1-5.
- Albuquerque UP, Nascimento ALB, Chaves LS, *et al.* 2020. The chemical ecology approach to modern and early human use of medicinal plants. *Chemoecology* 30: 89-102.
- Alencar NL, Santoro FR, Albuquerque UP. 2014. What is the role of exotic medicinal plants in local medical systems? A study from the perspective of utilitarian redundancy. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 24: 506-515.
- Altman A, Mesoudi A. 2019. Understanding agriculture within the frameworks of cumulative cultural evolution, gene-culture co-evolution, and cultural niche construction. *Human Ecology* 47: 483-497.
- Barrett HC. 2012. A hierarchical model of the evolution of human brain specializations. *PNAS* 109: 10733-10740.
- Barrett HC, Broesch J. 2012. Prepared social learning about dangerous animals in children. *Evolution and Human Behavior* 33: 499-508.
- Barrett B. 1995. Herbal knowledge on Nicaragua's Atlantic coast: consensus within diversity. *Journal of Community Health* 20: 403-421.
- Barrett HC, Peterson CD, Frankenhuis WE. 2016. Mapping the Cultural Learnability Landscape of Danger. *Child Development* 87: 770-781.
- Blome MW, Cohen AS, Tryon CA, Brooks AS, Russell J. 2012. The environmental context for the origins of modern human diversity: A synthesis of regional variability in African climate 150,000-30,000 years ago. *Journal of Human Evolution* 62: 563-592.
- Böhme M, Spassov N, Ebner M, *et al.* 2017. Messinian age and savannah environment of the possible hominin *Graecopithecus* from Europe. *PLoS ONE* 12: e0177347.
- Brown GR, Richerson PJ. 2013. Applying evolutionary theory to human behavior: past differences and current debates. *Journal of Bioeconomics* 16: 105-128.
- Bulley A, Henry JD, Suddendorf T. 2017. Thinking about threats: Memory and prospection in human threat management. *Consciousness and Cognition* 49: 53-69.
- Casagrande DG. 2000. Human taste and cognition in Tzeltal Maya medicinal plant use. *Journal of Ecological Anthropology* 4: 57-69.
- Claidière N, Scott-Phillips TC, Sperber D. 2014. How Darwinian is cultural evolution? *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 369: 20130368.
- Claidière N, Kirby S, Sperber D. 2012. Effect of psychological bias separates cultural from biological evolution. *PNAS* 109: E3526.

- Claidière N, Sperber D. 2010. The natural selection of fidelity in social learning. *Communicative & Integrative Biology* 3: 350-351.
- Claidière N, Sperber D. 2009. Imitation explains the propagation, not the stability of animal culture. *Proceedings of the Royal Society B* 277: 651-659.
- Coulthard TJ, Ramirez JA, Barton N, Rogerson M, Brucher T. 2013. Were Rivers Flowing across the Sahara During the Last Interglacial? Implications for Human Migration through Africa. *PLoS ONE* 8: e74834.
- Dantas JIM, Nascimento ALB, Silva TC, Albuquerque UP. 2020. Mutation of Cultural Information on the Use of Plant Complexes in Local Medical Systems. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. <https://doi.org/10.1155/2020/7630434>
- Eriksson K, Coultas JC. 2014. Corpses, maggots, poodles and rats: emotional selection operating in three phases of cultural transmission of urban legends. *Journal of Cultural Cognitive Science* 14: 1-26.
- Ferreira Júnior WS, Ladio AH, Albuquerque UP. 2011. Resilience and adaptation in the use of medicinal plants with suspected anti-inflammatory activity in the Brazilian Northeast. *Journal of Ethnopharmacology* 138: 238-252.
- Ferreira Júnior WS, Albuquerque UP. 2015. "Consensus Within Diversity": an evolutionary perspective on local medical systems. *Biological Theory* 10: 363-368.
- Ferreira Júnior WS, Medeiros PM, Albuquerque UP. 2019. *Evolutionary Ethnobiology*. In: eLS. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0028232
- Foley RA, Martin L, Lahr MM, Stringer C. 2016. Major transitions in human evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371: 20150229.
- Friesem DE, Lavi N, Madella M, Boaretto E, Ajithparsad P, French C. 2017. The formation of fire residues associated with hunter-gatherers in humid tropical environments: A geo-ethnoarchaeological perspective. *Quaternary Science Reviews* 171: 85-99.
- Galef BG. 2009. Strategies for social learning: Tests of predictions from formal theory. *Advances in the Study of Behavior* 39: 117-151.
- Galef BG. 2012. A case study in behavioral analysis, synthesis and attention to detail: Social learning of food preferences. *Behavioural Brain Research* 231: 266-271.
- Gangestad SW, Haselton MG, Buss DM. 2006. Evolutionary Foundations of Cultural Variation: Evoked Culture and Mate Preferences. *Psychological Inquiry* 17: 75-95.
- Garcia J, Koelling RA. 1966. Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic Science* 4: 123-124.
- Geck MS, Cabras S, Casu L, Reyes García AJ, Leonti M. 2017. The taste of heat: how humoral qualities act as a cultural filter for chemosensory properties guiding herbal medicine. *Journal of Ethnopharmacology* 198: 499-515.
- Gibbons A, Groarke A. 2016. Can risk and illness perceptions predict breast cancer worry in healthy women? *Journal of Health Psychology* 21: 2052-2062.

- Hartmann P, Apaolaza-Ibáñez V. 2010. Beyond savanna: An evolutionary and environmental psychology approach to behavioral effects of nature scenery in green advertising. *Journal of Environmental Psychology* 30: 119-128.
- Henrich, J. 2017. *The secret of our success: how culture is driving human evolution, domesticating our species, and making us smarter*. Princeton University Press.
- Heyes C. 2018. Enquire within: cultural evolution and cognitive science. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 373: 20170051.
- Hopkins AL, Stepp JR. 2012. Distribution of herbal remedy knowledge in Tabi, Yucatan, Mexico. *Economic Botany* 66: 249-254.
- Kong Y, Deng C, Liu W, *et al.* 2018. Magnetostratigraphic dating of the hominin occupation of Bailong Cave, central China. *Scientific Reports* 8: 9699.
- Lavielle P, Wachter N. 2014. The predictors of glucose screening: the contribution of risk perception. *BMC Family Practice* 15:1-5.
- Loucks J, Mutschler C, Meltzoff AN. 2016. Children's representation and imitation of events: How goal organization influences 3-year-old children's memory for action sequences. *Cognitive Science* 41: 1904-1933.
- LoBue V, DeLoache JS. 2008. Detecting the Snake in the Grass: Attention to Fear Relevant Stimuli by Adults and Young Children. *Psychological Science* 19: 284-289.
- Medeiros PM, Pinto BLS, Nascimento VT. 2015. Can organoleptic properties explain the differential use of medicinal plants? Evidence from Northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology* 159: 43-48.
- Mesoudi A, Whiten A. 2004. The hierarchical transformation of event knowledge in human cultural transmission. *Journal of Cultural Cognitive Science* 4: 1-24.
- Mesoudi A, O'Brien MJ. 2008. The learning and transmission of hierarchical cultural recipes. *Biological Theory* 3: 63-72.
- Mesoudi A. 2011a. Evolutionary Psychology meets Cultural Psychology. *Journal of Cultural and Evolutionary Psychology* 9: 83-87.
- Mesoudi A. 2011b. *Cultural Evolution*. University of Chicago Press, Chicago.
- Mesoudi A. 2015. Cultural Evolution: A Review of Theory, Findings and Controversies. *Evolutionary Biology* 43: 481-497.
- Mesoudi A. 2016. Cultural evolution: integrating psychology, evolution and culture. *Current Opinion in Psychology* 7: 17-22.
- Michalski RL, Shackelford TK. 2010. Evolutionary personality psychology: Reconciling human nature and individual differences. *Personality and Individual Differences* 48: 509-516.
- Miceli R, Sotgiu I, Settanni M. 2008. Disaster preparedness and perception of flood risk: A study in an alpine valley in Italy. *Journal of Environmental Psychology* 28: 164-173.

- Mortensen CR, Becker DV, Ackerman JM, Neuberg SL, Kenrick DT. 2010. Infection breeds reticence: The effects of disease salience on self-perceptions of personality and behavioral avoidance tendencies. *Psychological Science* 21: 440-447.
- Moura JMB, Ferreira Júnior WS, Silva TC, Albuquerque UP. 2018. The Influence of the Evolutionary Past on the Mind: An Analysis of the Preference for Landscapes in the Human Species. *Frontiers in Psychology* 9: 2485.
- Moura JMB, Silva RH, Ferreira Júnior WS, Silva TC, Albuquerque UP. 2020. Theoretical Insights of Evolutionary Psychology: New Opportunities for Studies in Evolutionary Ethnobiology. *Evolutionary Biology* 47: 6-17.
- Nairne JS, Thompson SR, Pandeirada JNS. 2007. Adaptive Memory: Survival Processing Enhances Retention. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition* 33: 263-273.
- Nairne JS, Pandeirada JNS. 2008. Adaptive memory: Is survival processing special? *Journal of Memory and Language* 59: 377-385.
- Nairne JS, Pandeirada JNS, Gregory KJ, Vanarsdall JE. 2009. Adaptive Memory: Fitness Relevance and the Hunter-Gatherer Mind. *Psychological Science* 20: 740-746.
- Nairne JS, Vanarsdall JE, Pandeirada JNS. 2012. Adaptive Memory: Enhanced Location Memory After Survival Processing. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition* 38: 495-501.
- Nascimento ALB, Lozano A, Melo JG, Alves RR, Albuquerque UP. 2016. Functional aspects of the use of plants and animals in local medical systems and their implications for resilience. *Journal of Ethnopharmacology* 194: 348-357.
- O'Brien MJ, Lyman RL, Mesoudi A, VanPool TL. 2010. Cultural traits as units of analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 3797-3806.
- Ohman A, Mineka S. 2001. Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review* 108:483-522.
- Ohman A. 2009. Of snakes and faces: An evolutionary perspective on the psychology of fear. *Scand. Scandinavian Journal of Psychology* 50: 543-552.
- Prokop P, Fančovičová J. 2018. The perception of toxic and nontoxic plants by children and adolescents with regard to gender: implications for teaching botany. *Journal of Biological Education*. DOI: 10.1080/00219266.2018.1501405
- Prokop P, Fančovičová J, Krajčovičová A. 2015. Alternative Conceptions about Microorganisms are Influenced by Experiences with Disease in Children. *Journal of Biological Education* 50: 61-72.
- Prokop P, Fančovičová J, Fedor P. 2014. Parasites enhance self-grooming behaviour and information retention in humans. *Behavioural Processes* 107: 42-46.
- Prokop P, Fančovičová J. 2014. Seeing coloured fruits: utilisation of the theory of adaptive memory in teaching botany. *Journal of Biological Education* 48: 127-132.

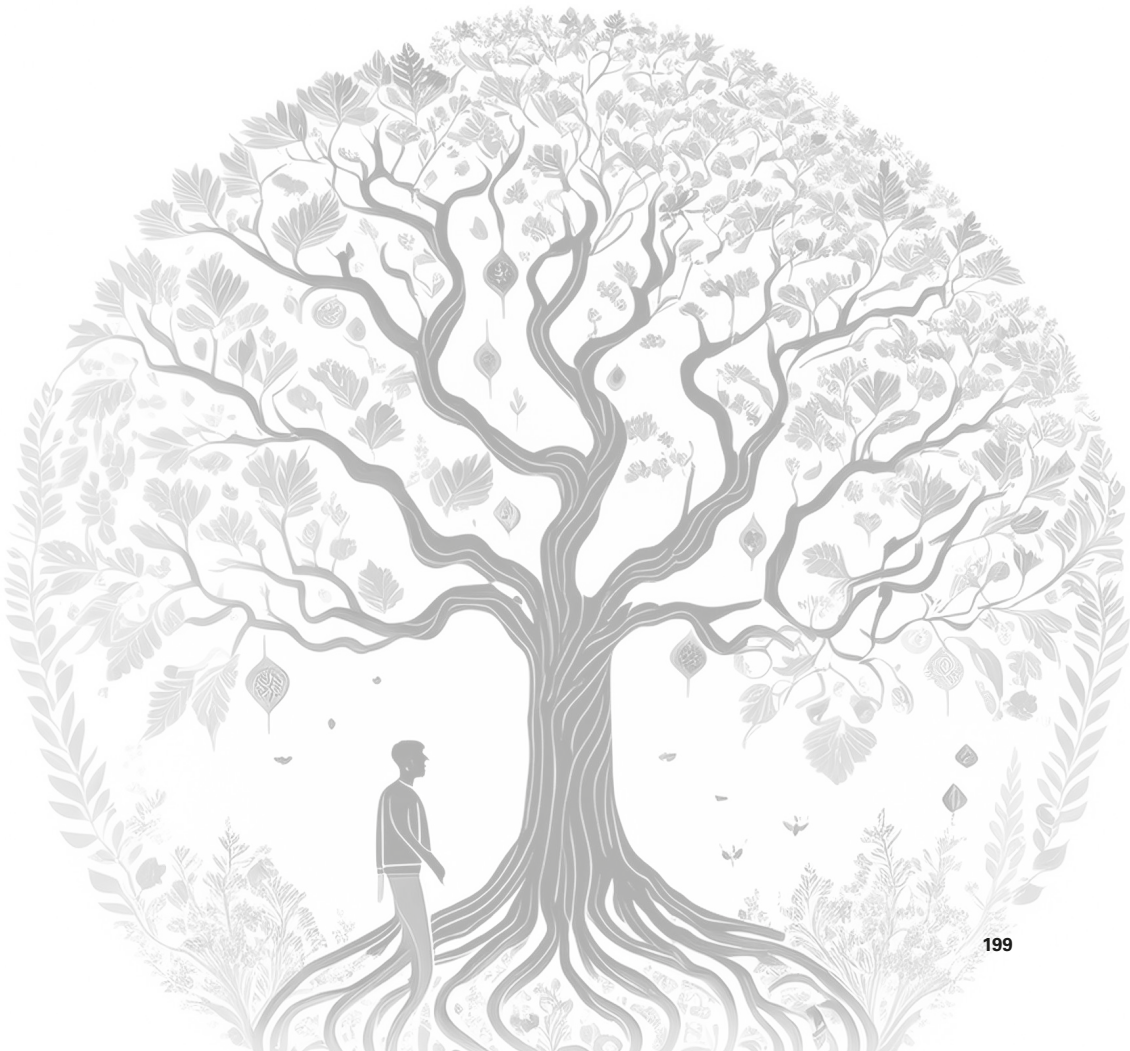
- Rakison DH, Derriger J. 2008. Do infants possess an evolved spider-detection mechanism? *Cognition* 107: 381-393.
- Richerson PJ, Boyd R. 2005. *Not by Genes Alone*. University of Chicago Press, Chicago.
- Roberts P, Boivin N, Lee-Thorp J, Petraglia M, Stock J. 2016. Tropical forests and the genus *Homo*. *Evolutionary Anthropology* 25: 306-317.
- Ruin I, Gaillard JC, Lutoff C. 2007. How to get there? Assessing motorists' flash flood risk perception on daily itineraries. *Journal of Environmental Hazards* 7: 235-244.
- Santoro FR, Ferreira Júnior WS, Ladio AH, Araújo TAS, Albuquerque UP. 2015. Does Plant Species Richness Guarantee the Resilience of Local Medical Systems? A Perspective from Utilitarian Redundancy. *PLoS ONE* 10: e0119826.
- Santoro FR, Santos GC, Ferreira Júnior WS, *et al.* 2016. Testing an Ethnobiological Evolutionary Hypothesis on Plant-Based Remedies to Treat Malaria in Africa. *Evolutionary Biology* 44: 216-226.
- Santoro FR, Nascimento ALB, Soldati GT, Ferreira Júnior WS, Albuquerque UP. 2018. Evolutionary ethnobiology and cultural evolution: opportunities for research and dialog. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 14: 1-14.
- Sandry J, Trafimow D, Marks MJ, Rice S. 2013. Adaptive Memory: Evaluating alternative forms of fitness-relevant processing in the survival processing paradigm. *PLoS ONE* 8: e60868.
- Silva RH, Ferreira Júnior WS, Medeiros PM, Albuquerque UP. 2019. Adaptive memory and evolution of the human naturalistic mind: insights from the use of medicinal plants. *PLoS ONE* 14: e0214300.
- Silva RH, Medeiros PM, Ferreira Júnior WS, Albuquerque UP. 2017. Human mnemonic performance in a survival scenario: the application of the adaptive memory concept in ethnobiology. *Ethnobiology and Conservation* 6: 1-6.
- Schaller M, Murray DR. 2008. Pathogens, personality, and culture: Disease prevalence predicts worldwide variability in sociosexuality, extraversion, and openness to experience. *Journal of Personality and Social Psychology* 95: 212-221.
- Sperber D, Hirschfeld LA. 2004. The cognitive foundations of cultural stability and diversity. *Trends in Cognitive Sciences* 8: 40-46.
- Scott-Phillips T, Blanke S, Heintz C. 2018. Four misunderstandings about cultural attraction. *Evolutionary Anthropology* 27: 162-173.
- Sachs ML, Sporrang SK, Colding-Jørgensen M, Frokjaer S, Helboe P, Jelic K, Kaae S. 2017. Risk Perceptions in Diabetic Patients Who Have Experienced Adverse Events: Implications for Patient Involvement in Regulatory Decisions. *Pharmaceutical Medicine* 31: 245-255.
- Scheideler JK, Taber JM, Ferrer RA, Grenen EG, Klein WMP. 2017. Heart disease versus cancer: understanding perceptions of population prevalence and personal risk. *Journal of Behavioral Medicine* 40: 839-845.

- Sherman PW, Billing J. 1999. Darwinian gastronomy: why we use spices. *BioScience* 49: 453-463.
- Stringer C. 2016. The origin and evolution of *Homo sapiens*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371: 20150237.
- Tanaka MM, Kendal JR, Laland KN. 2009. From traditional medicine to witchcraft: why medical treatments are not always efficacious. *PLoS One* 4: e5192.
- Tooby J, Cosmides L. 2005. Conceptual foundations of evolutionary psychology. In: Buss DM. (ed.) *The handbook of evolutionary psychology*. Hoboken, Wiley.
- Tooby J, Cosmides L. 2015. The theoretical foundations of evolutionary psychology. In: D. M. Buss. (ed.) *The Handbook of Evolutionary Psychology*. Hoboken, John Wiley & Sons.
- Wachinger G, Renn O, Begg C, Kuhlicke C. 2013. The Risk Perception Paradox – Implications for Governance and Communication of Natural Hazards. *Risk Analysis* 33: 1049-1065.
- Whiten A, Flynn E, Brown K, Lee T. 2006. Imitation of hierarchical action structure by young children. *Developmental Science* 9: 574-582.
- Wertz AE, Wynn K. 2014. Selective Social Learning of Plant Edibility in 6- and 18-Month-Old Infants. *Psychological Science* 25: 874-882.
- Yang L, Lau KPL, Truong L. 2014. The Survival Effect in Memory: Does It Hold into Old Age and Non-Ancestral Scenarios? *PLoS ONE* 9: e95792.
- Yorzinski JL, Penkunas MJ, Platt ML, Coss RG. 2014. Dangerous animals capture and maintain attention in humans. *Evolutionary Psychology* 12: 534-548.
- Young SG, Brown CM, Ambady N. 2012. Priming a natural or human-made environment directs attention to context-congruent threatening stimuli. *Cognition and Emotion* 26: 927-933.
- Zacks JM, Tversky B, Iyer G. 2001. Perceiving, remembering, and communicating structure in events. *Journal of Experimental Psychology: General* 130: 29-58.

CAPÍTULO 8

As abordagens ecológico-evolutivas sobre a relação pessoas-ambiente: história e conceitos

Patrícia Muniz de Medeiros, Marcelo Alves Ramos,
Gustavo Taboada Soldati e Ulysses Paulino de Albuquerque



A etnobiologia caracteriza-se por apresentar grande diversidade de referenciais teóricos e campos de conhecimento. À medida que essa diversidade faz da etnobiologia uma área de investigação complexa, traz também uma relevante inquietação: como os campos de conhecimento podem, de fato, contribuir para o fortalecimento da etnobiologia? Neste capítulo, em especial, discutiremos de que modo diferentes teorias embasadas em uma mesma compreensão ecológica e evolutiva dos sistemas socioecológicos podem ser úteis para trabalhar ou interpretar questões etnobiológicas. O histórico e os conceitos apresentados constituem parte da trajetória histórica da construção de disciplinas como a Antropologia Ecológica e a Ecologia Humana. Ao expô-los aqui, não o fazemos como se fossem parte de uma trajetória percorrida pela etnobiologia, mas como um conjunto de fatores que, em algum momento, influenciaram diferentes pesquisadores.

Na primeira parte deste capítulo, resgataremos alguns dos conceitos históricos relacionados à contribuição das abordagens ecológicas e evolutivas para a compreensão da relação pessoas-ambiente, especialmente os advindos da antropologia ecológica e da ecologia humana. Faremos um esforço para apresentar exemplos de pesquisas etnobiológicas e as respectivas correntes filosóficas adotadas, mesmo que implicitamente, pelos seus autores, na tentativa de melhor entender essa relação. Em um segundo momento, trataremos das interações da etnobiologia com outras disciplinas, especialmente com a psicologia ambiental e a ecologia evolutiva.

Sabemos que a avaliação da relação pessoas-ambiente a partir de tais referenciais implica a adoção de um “olhar materialista”. Todavia, ao adotarmos essa perspectiva, não estamos querendo reduzir a complexidade dessas relações a explicações de cunho biológico, deixando de lado a influência dos fatores culturais. Na verdade, essa é uma discussão antiga, controversa e acalorada, mas acreditamos que esse “olhar materialista” pode auxiliar a compreender parte do fenômeno, trazendo benefícios para a evolução de uma teoria da relação pessoas-ambiente.

Relação pessoas-ambiente e a evolução da antropologia ecológica

Determinismo e possibilismo ambiental

Dentre os principais discursos que tentaram explicar a relação pessoas-ambiente, encontra-se o determinismo ambiental (ver Kormondy & Brown 2002; Hawley 1986). Segundo o discurso determinista, o ambiente é a principal força que define o comportamento¹¹ humano, exercendo grande poder modulador em nossos traços culturais. Esse posicionamento causou alguns desconfortos à comunidade científica, como pelo fato de colocar as escolhas humanas em segundo plano. Por isso, o discurso determinista foi, ao longo do tempo, perdendo credibilidade e adesão no meio científico.

Historicamente, houve uma distorção do termo “determinismo” nas ciências humanas e sociais e nas etnociências, de formar que, não raro, os estudos que consideram a influência ambiental em quaisquer aspectos da vida humana são rotulados de deterministas. Esse rótulo, quando desvinculado de qualquer base científica, é perigoso, pois costuma marginalizar as investigações que procuram entender até que ponto o ambiente pode influenciar determinados aspectos do comportamento humano. Tal marginalização pode levar ao pouco interesse pela questão da influência ambiental e, conseqüentemente, ao baixo grau de conhecimento gerado sobre esse tema.

Na etnobiologia, por exemplo, costuma-se investigar os fatores que interferem na seleção de plantas úteis. Um discurso determinista consideraria, por exemplo, questões ambientais como os principais moduladores dessa seleção. No entanto, estudos atuais, ainda que busquem fatores ambientais explicativos (por exemplo: a disponibilidade de espécies, conforme tratado em outros capítulos deste livro), consideram que há outros

11 Como evidenciou Mesoudi (2011), o comportamento dos seres humanos consiste na realização de informações que podem ser genéticas ou adquiridas pelo aprendizado individual ou social. Portanto, no sentido restrito, comportamento não necessariamente está relacionado a informações culturais, ou seja, apreendidas socialmente. Entretanto, para facilitar a apresentação dos posicionamentos, o termo comportamento no presente texto está vinculado somente a informações de origem cultural.

fatores por trás das escolhas por recursos naturais, como fatores históricos, simbólicos, religiosos etc. Nesse sentido, o ato de investigar o papel do ambiente como mais uma variável de importância não pode ser taxado como uma abordagem determinista. Pelo contrário, a não consideração dessa variável pode tornar o entendimento da realidade, em certo ponto, reducionista. Desse modo, concordamos com Carvalho-Júnior (2011) quando considera “incorreto, impreciso e semanticamente inválido rotular uma teoria de determinista quando de fato ela apenas enfatiza a influência de fatores ambientais sem negar o papel de outros fatores ou da ação humana”.

Para exemplificar a ideia de que o ambiente, juntamente com outros fatores, pode influenciar o comportamento de uso de recursos naturais, podemos analisar o contexto de coleta de plantas nativas. Lucena *et al.* (2007) testaram a hipótese de que a importância relativa de plantas em uma comunidade no semiárido brasileiro é explicada pela disponibilidade local das espécies. Segundo tais premissas, quanto maior for a disponibilidade da espécie X, maior também será o seu potencial de uso (para melhor descrição da hipótese da aparência ecológica, ver capítulo 12). Esse estudo analisou o valor de uso (VU) geral das espécies e o VU por categoria de uso, considerando vários parâmetros ecológicos como indicadores de disponibilidade. A relação mais evidente encontrada no estudo foi entre o VU das plantas medicinais e o Índice de Valor de Importância (IVI)¹² dessas espécies nos fragmentos florestais próximos. Porém, o IVI explicou apenas 29,7% da variação do uso de plantas medicinais. Então, que outras variáveis explicam o restante dessa variação? Serão fatores puramente ecológicos que se combinam com a disponibilidade das espécies para formar um sistema de aproveitamento ótimo de recursos? A nosso ver, alguns fatores podem ter contribuído para essa relação não ser robusta, como:

(1) ausência de outros fatores ecológico-ambientais que possam ajudar a explicar o comportamento de coleta das espécies, como sua qualidade

12 Em estudos fitossociológicos, o Índice de Valor de Importância (IVI) é o parâmetro que permite ordenar as espécies considerando suas densidades, dominâncias e frequências no ambiente.

e efetividade para determinado propósito. O trabalho de Lucena *et al.* (2007) baseou-se exclusivamente em parâmetros fitossociológicos;

(2) ausência de fatores de origem não ecológica, pelo menos não diretamente, que norteiam os comportamentos de coleta, como os tabus culturais de uso de recursos. Tabuti *et al.* (2003), estudando o uso de lenha em uma região da Uganda, percebeu que, independentemente da qualidade combustível ou da disponibilidade no ambiente, algumas espécies não são usadas para lenha devido a bloqueios culturais;

(3) erro de medida, já que o VU pode não ser o melhor indicador de uso de recursos, tendo em vista que considera as citações dos entrevistados, sem levar em conta a frequência e a quantidade de material usado de uma espécie. Além disso, os fatores ecológicos analisados, inclusive o IVI, podem não ser bons mensuradores de disponibilidade das espécies.

De fato, alguns estudos etnobotânicos têm demonstrado de que forma um ambiente pode se configurar como uma força poderosa que afeta o comportamento das pessoas (ver Ladio *et al.* 2007; Albuquerque *et al.* 2008), o que nos impede de desconsiderar tal fator. Assim, que lição útil para uma investigação etnobiológica podemos tirar dessa linha teórica, sem admitirmos a teoria em todos os seus desdobramentos? O ambiente pode ser um dos fatores que influenciam o comportamento das pessoas no forrageio de recursos naturais. Embora o ambiente exerça importantíssimo papel no comportamento das pessoas, não podemos negar que as escolhas humanas e os aspectos culturais e genéticos também influenciam o comportamento.

Para tentar derrubar o pensamento determinista como “caminho único” para a explicação do comportamento humano, surgiu o possibilismo ambiental, o qual propõe que o ambiente surge como um fator limitante, restringindo as opções das populações humanas, mas sem determinar o seu comportamento (Kormondy & Brown 2002). No caso do emprego de plantas úteis, por exemplo, o ambiente atua de maneira que só poderiam ser utilizadas as plantas às quais dada população tenha acesso. No entanto, desse conjunto que está acessível, as escolhas culturais poderiam atuar na seleção.

Então, a reflexão obtida ao pensarmos sobre o possibilismo ambiental, e que nos auxiliará a compreender melhor a relação entre as pessoas e

os recursos naturais, é a de que os fatores ambientais não podem ser vistos como único fator explicativo do comportamento humano. O ambiente oferece as possibilidades de escolha para a população humana, mas há outros fatores que devem ser considerados, como, por exemplo, o histórico de exploração dos recursos naturais, os eventos de migração humana e os mecanismos de transmissão cultural.

A inserção do pensamento evolutivo na compreensão das culturas

Mesmo com as discordâncias que existem entre determinismo e possibilismo ambiental, ambas as teorias possuem em comum o fato de compreenderem a relação pessoas-ambiente como uma via de mão única, já que percebem o ambiente como elemento primordial na construção do comportamento humano. Entretanto, algumas escolas criticaram essa posição teórica e buscaram compreender a cultura como elemento ativo, e não apenas passivo, na construção dos sistemas socioecológicos. Sem sombra de dúvidas, dois dos expoentes dessa nova abordagem foram Leslie White (estadunidense, 1900-1975) e Julian Steward (estadunidense, 1902-1972), precursores da chamada “antropologia ecológica”. É preciso deixar claro que, embora explicações evolucionistas da cultura já houvessem sido desenvolvidas pela antropologia, essas escolas compreendiam a evolução como um progresso contínuo, único e linear (Mesoudi 2011).

Leslie White foi pupilo de Franz Boas (estadunidense, 1858-1942), um dos mais importantes pensadores a estruturar inicialmente a antropologia, por conceber o particularismo histórico. Segundo Boas, as culturas evoluem, mas o fazem por vias específicas relacionadas à sua história e ao seu contexto ambiental, inexistindo uma evolução idêntica para todas as sociedades. Portanto, a proposta de Boas era compreender a individualidade de cada sistema cultural, sem pretensão de explicar padrões gerais. White, por sua vez, negou essa proposta e buscou compreender a evolução como universal. As ideias de White eram eminentemente materialistas, devido ao seu contato com a teoria social de Karl Marx, e, como resultado, propunham um conceito estruturado de cultura, compreendendo-a como composta de três esferas: ideológica, social e tecnológica.

No entanto, essas três esferas não tinham, sob essa perspectiva, a mesma importância, sendo a última a força motriz que gera os padrões culturais. Nas palavras de Neves (2002), “a vida pode ser resumida a uma luta pela captura de energia livre. Pare ele [Leslie White], a cultura não é nada mais que uma ferramenta utilizada pelo *Homo sapiens* para capturar e controlar a energia disponível nos sistemas e colocá-la a serviço das sociedades humanas”. A lei universal de evolução cultural é resumida à capacidade dos sistemas culturais de transformarem energia em trabalho.

Ecologia cultural

Da mesma forma que Leslie White, Julian Steward era formado pelo Particularismo Histórico e materialista por excelência, tendo sido, entretanto, influenciado pela geografia física. Suas ideias contribuíram para a criação da chamada “ecologia cultural”, aprontando, da mesma forma que White, certos elementos culturais como os mais importantes e, portanto, os que devem receber atenção científica. Contudo, segundo Steward, as características a serem investigadas estão associadas à produção e refletem, dessa maneira, ajustes das culturas ao meio, mais do que à capacidade de transformar energia. Nas palavras de Neves (2002), “ele [Steward] estabelece um foco de estudo, um “**núcleo cultural**”, aspectos culturais mais relacionados às atividades de subsistência e aos arranjos econômicos. Formam esse núcleo todos os aspectos religiosos, sociais e políticos que estão mais diretamente relacionados às bases materiais de sustentação dessas sociedades”. Esse componente afetaria diretamente o ambiente e seria afetado por ele, enquanto os outros elementos que compõem a cultura de um grupo social, como organização social, crenças e ideologias, seriam influenciados apenas de forma indireta pelo ambiente e vice-versa. Nessa perspectiva, a noção da influência mútua (via de mão dupla) entre ambiente e cultura passa a ser introduzida no meio científico. Julian Steward também selecionou as características ambientais mais importantes a serem investigadas: quantidade, qualidade e distribuição espacial dos recursos alimentares.

Além desse “núcleo cultural”, e talvez mais evidente, a ecologia cultural diferencia-se por valer-se de um método no qual: a) as formas de

produção local e o meio ambiente devem ser prioritariamente analisados; e b) é necessário compreender como as estratégias de produção e exploração do ambiente influenciam outros aspectos culturais. Nesse sentido, Stewart insere uma leitura cultural importante do ponto de vista evolutivo: uma compreensão adaptativa das culturas ao meio.

Para exemplificar a contribuição da influência mútua entre ambiente e cultura, proveniente da ecologia cultural vista a partir de abordagens etnobiológicas, podemos pensar em uma situação hipotética em que determinada comunidade percebe um conjunto de plantas ou animais como sagrado, poupando-os, por isso, do uso. Quais são as implicações ecológicas desse cenário? Possivelmente, a distribuição dessas espécies mudará na natureza, favorecendo sua permanência em detrimento das demais. A caça de primatas exemplifica bem essa situação, visto que alguns chimpanzés não são caçados por certas populações humanas devido à sua semelhança física com os seres humanos ou a uma relação de crenças folclóricas de ancestralidade com seres humanos (Silva *et al.* 2005; Putra *et al.* 2008; Alves 2012).

Por sua vez, o uso e a preferência por recursos biológicos específicos podem levar à depreciação e conseqüente redução da disponibilidade desses recursos ao longo do tempo. Em relação a esse aspecto, alguns estudos desenvolvidos no semiárido brasileiro, sobre o uso de lenha como fonte de combustível doméstico, demonstraram que o comportamento de coleta desse recurso é seletivo, na medida em que prioriza as espécies percebidas localmente como preferidas (Ramos *et al.* 2008; Ramos & Albuquerque 2012). Portanto, assim como advoga a ecologia cultural, as formas de exploração do recurso, ou seja, as especificidades nas práticas locais de produção e manutenção do modo de vida refletem ajustes culturais e devem ser alvos de investigações. Esse tipo de relação pode levar a modificações estruturais nas populações e comunidades vegetais.

Dessa forma, a principal lição que a ecologia cultural pode fornecer aos estudos etnobiológicos, sem ter de assumir todos os seus desdobramentos, é a de que o ambiente precisa ser entendido como fruto das relações históricas estabelecidas com as populações humanas, que, ao longo de sua evolução, têm utilizado os recursos naturais para suprir suas necessidades culturais e de subsistência. Essa relação é capaz de moldar as

paisagens naturais, uma vez que algumas espécies são toleradas e outras sobre-exploradas.

Além de introduzir a ecologia cultural, Julian Steward teorizou a respeito da evolução cultural, defendendo que as culturas evoluem por meio de várias linhas diferentes, o que a torna essa evolução multilinear. Dessa forma, mudanças culturais não progridem sobre um caminho evolutivo único, e semelhanças culturais entre populações distantes podem ter sido alcançadas por convergência¹³ (Netting 1986) ou difusão de informações.

Um exemplo de convergência aplicada à pesquisa etnobiológica diz respeito às famílias botânicas mais usadas como medicinais em diferentes partes do mundo. Os estudos que realizam esse tipo de análise procuram retirar o peso do tamanho da família, já que é de se esperar que famílias botânicas muito grandes tenham mais espécies de valor medicinal do que famílias muito pequenas. Assim, partindo dessa noção de proporcionalidade, por meio de diferentes métodos (ver Bennett & Husby 2008; Weckerle 2012), pesquisas têm demonstrado o fato de que algumas famílias se sobressaem em diferentes partes do mundo, como Asteraceae, Rosaceae e Lamiaceae, enquanto outras são fortemente subutilizadas, indicando vocação aparentemente pequena para uso medicinal, como Poaceae, Cyperaceae e Orchidaceae (ver Moerman 1979; Weckerle 2012; Medeiros *et al.* 2013). Esses padrões convergem em populações bastante afastadas e podem ter relação com a maior eficiência farmacológica de algumas famílias em relação às demais, fator esse que pode influenciar os comportamentos e as escolhas humanas.

Assim, a evolução multilinear fornece, para os estudos etnobiológicos, o entendimento de que alguns comportamentos humanos, muitas vezes similares entre grupos sociais distintos e isolados entre si, estão refletindo padrões gerais e, portanto, são passíveis de previsões. Entretanto, assumimos tal pressuposto sem desconsiderar que as relações entre pessoas e ambiente são processos altamente complexos e diferem de cultura para cultura.

13 Na evolução biológica, diz-se que a convergência ocorre quando a seleção natural favorece o desenvolvimento de características similares em alguns organismos, como soluções a problemas criados por ambientes similares (Freeman & Herron 2009).

Ecologia de sistemas ou neofuncionalismo

A ecologia de sistemas ou o neofuncionalismo surge para trazer novas contribuições à antropologia ecológica (Kormondy & Brown 2002), mudando o seu foco de estudo da cultura para a população. A ecologia de sistemas usou a noção de **cibernética** para entender a cultura (traços, conhecimentos, comportamentos e instituições sociais) como **sistemas homeostáticos** e autorregulatórios, demonstrando, portanto, uma evidente influência da ecologia de ecossistemas. A cibernética é um ramo da teoria de sistemas que busca entender uma série de sistemas com distintas características (sistemas mecânicos, biológicos, sociais etc.). Estudos sobre cibernética podem examinar o desenho e a função de qualquer sistema, bem como analisar suas formas de receber, estocar e processar estímulos ou informações. Os sistemas homeostáticos são aqueles capazes de manter seu estado de equilíbrio por possuir mecanismos de autorregulação, contando com *feedbacks* positivos, forças que provocam mudanças em uma cultura, e *feedbacks* negativos, forças que resistem às mudanças de domínios de estabilidade¹⁴ (Marten 2001).

Vejamus uma situação hipotética sobre o sistema médico de uma comunidade X para exemplificar alguns desses conceitos: suponhamos que essa comunidade conhece um amplo repertório de animais e plantas com finalidades medicinais e mantém determinadas práticas de cura estando isolada de outras comunidades, de modo que as informações externas não são inseridas em sua realidade. Isso, a nosso ver, caracteriza um sistema fechado (ver Garro 1986). Em um segundo momento, uma comunidade migrante, chamada aqui de Y, estabelece-se próxima à comunidade X. A comunidade migrante traz consigo um novo conjunto de conhecimentos e práticas médicas. As duas comunidades possuem contatos esporádicos, mas a comunidade X, embora receba a informação, não adota

14 A estabilidade existe quando um sistema se encontra em (ou próximo ao) estado de equilíbrio (Holling 1973). Uma forte variação pode mover um sistema de um estado de equilíbrio para outro. Sendo assim, a noção de *feedback* negativo está ligada às forças que operam para a autocorreção e manutenção do equilíbrio do sistema, enquanto o *feedback* positivo está associado às forças que encaminham para o desequilíbrio e à mudança de domínios de estabilidade (Keesing 1974).

características do sistema médico da comunidade Y. Nesse caso, a informação da comunidade Y chega à comunidade X, que agora é um sistema aberto por estar em contato com outro sistema, só que, devido ao forte efeito dos *feedbacks* negativos, essa informação pode não ser incorporada pela comunidade X e, dessa forma, não alterar sua dinâmica.

Em um terceiro momento, o crescente contato da comunidade Y com a X faz com que chegue a este último grupo uma doença que antes não existia em sua realidade, trazida pelos migrantes. A comunidade X está despreparada para curar essa doença, desconhecida ou, ao menos, não experimentada, mas a comunidade Y, por já possuir um histórico de convivência com a doença, possui também um elenco de espécies medicinais para curá-la. A comunidade X incorpora, então, esse conhecimento, mas não incorpora inteiramente o sistema médico da comunidade Y. Com o tempo, pode ocorrer a formação de uma espécie de híbrido entre os sistemas médicos das duas comunidades, formando os chamados contextos de intermedicalidade, como verificado por Soldati & Albuquerque (2012a). Estudando os índios Fulni-ô, os autores verificaram que a farmacopeia local é fruto da fusão de diferentes tradições médicas.

Nesse caso, há uma entrada parcial de informação no sistema, promovida pelo enfraquecimento do *feedback* negativo. Porém, considerando que essa informação não substituiu o sistema médico antigo, apenas o complementou, teoricamente o domínio de estabilidade do sistema social continuaria o mesmo. Exemplificamos essas ideias a partir de uma situação hipotética muito simples. Contudo, devemos recordar que a base das trocas e experiências entre as comunidades ocorre por meio de alguns dos indivíduos que delas fazem parte e resulta da natureza da relação entre esses indivíduos, não dependendo apenas da eficiência e utilidade da informação passada, o que torna esse processo ainda mais complexo.

Imaginemos agora outra situação. Em outro momento, uma área próxima da qual estão as duas comunidades é alvo de um grande projeto de urbanização. Rapidamente, as comunidades começam a ter acesso a recursos externos, como televisão, gás de cozinha e postos de saúde. A presença desse último elemento pode fazer com que as pessoas abram mão de suas práticas tradicionais de cura e substituam as plantas medicinais por medicamentos alopáticos. Nesse caso, o *feedback* positivo ganha muito

mais força do que o *feedback* negativo, e todas as novas informações são assimiladas pelo sistema. Como o conteúdo incorporado pode ser de natureza competitiva, e não complementar, é possível que uma substituição do sistema social ocorra, promovendo a passagem para outro domínio de estabilidade, no caso, do sistema médico tradicional para o sistema médico ocidental. Nesse exemplo hipotético, a mudança de domínio pode ser irreversível, já que, após certo tempo, o conhecimento sobre as práticas relacionadas ao domínio inicial pode ser perdido. Porém, recordando a literatura antropológica e etnomédica, sabemos que, em casos reais, os dois sistemas podem coexistir, gerando uma dinâmica sem que necessariamente o sistema médico passe para outro domínio de estabilidade (Soldati & Albuquerque 2012a).

O que determina se a informação externa será aceita ou não é a capacidade de resistência advinda do *feedback* negativo. Nem toda informação mais “eficiente” ou de “maior qualidade” substituirá o sistema antigo, pois isso dependerá das circunstâncias que envolverão as situações. Por exemplo, mesmo que em dado local os remédios alopáticos tenham um poder de cura maior do que os animais e as plantas medicinais, a população pode, por exemplo, não aceitar a medicina ocidental por acreditar que deixar de usar as plantas sagradas do local pode trazer má sorte. Nesses casos, fica claro o papel do mito, das crenças e da tradição como importante suporte para o *feedback* negativo.

Os neofuncionalistas surgem como uma resposta ao funcionalismo estrutural de Radcliffe-Brown (Kormondy & Brown 2002), o qual aponta que o nível social é um nível de realidade diferente do biológico, de modo que os fenômenos sociais devem ser explicados apenas dentro do domínio social. Esse pensamento é compartilhado por muitos etnobiólogos que explicam a cultura pela cultura, ou seja, acreditam que o uso de recursos naturais pode ser explicado apenas por fenômenos culturais. O neofuncionalismo, por sua vez, procura explicações racionais para comportamentos aparentemente irracionais e afirma que crenças, atos rituais e símbolos podem ser explicados por fatores ambientais.

Vamos a outro exemplo: em certa comunidade, peixes de tamanho pequeno são considerados sagrados, não podendo ser consumidos até que cresçam, o que pode sugerir um traço adaptativo que permite

a manutenção sustentável da população de peixes, por salvaguardar os indivíduos jovens, garantindo que cheguem ao estágio reprodutivo e possam, então, procriar. Muitas vezes, depois da passagem entre gerações, acaba-se perdendo o motivo prático de manter determinado comportamento. Assim, o que fica na cultura a ser transmitida é o mito acerca desse fenômeno, que afirma, por exemplo, que “comer peixes jovens traz má sorte”. Embora na prática seja difícil comprovar que dado tabu teve origem ecológica e não puramente religiosa ou social, é notório que restrições na utilização de recursos existem em diversas culturas ao redor do mundo, podendo promover a conservação e o uso sustentável de plantas e animais (ver Colding & Folke 2001).

Apesar das grandes contribuições dessa linha de pensamento, os neofuncionalistas também foram alvo de críticas no que diz respeito ao seu objeto de estudo. Uma delas deve-se ao fato de considerarem que todos os comportamentos e as práticas das pessoas são adaptativos. De certa forma, essa é uma noção compartilhada por muitos etnobiólogos que defendem a complexidade da relação entre pessoas e recursos naturais e que, muitas vezes, envolvem respostas adaptativas a forças ecológicas e evolutivas (Hurrell & Albuquerque 2012). Sobre a adaptabilidade do comportamento humano em função das influências do ambiente, podemos citar o exemplo da hipótese da sazonalidade climática, que prediz que as pessoas em ambientes que sofrem uma marcante sazonalidade tendem a usar os recursos nativos e perenes considerados localmente como tendo igual eficiência, sejam ervas, sejam plantas lenhosas, que, em determinados períodos do ano, são mais abundantes e, portanto, mais facilmente acessíveis (Albuquerque *et al.* 2005). Se, de fato, essa hipótese for verdadeira, ela traz uma importante implicação para ambientes sazonais: é mais importante garantir que as pessoas tenham acesso ao recurso do que ter um recurso mais eficiente do ponto de vista biológico (atividade terapêutica).

Há, ainda, autores que acreditam em comportamentos mal adaptados, como, por exemplo, os de estudos que avaliam as práticas e crenças antigas de alguns grupos sociais como elementos que não têm sentido evolutivo. Na etnobiologia, parece não existir evidências empíricas diretas que suportem essa afirmação, mas há trabalhos que indicam esse posicionamento. Tanaka *et al.* (2009), por exemplo, discutiram a controvérsia

existente quanto ao uso de medicamentos complementares e tradicionais, que muitas vezes é praticado e compartilhado entre populações humanas, mesmo sem garantir eficácia e segurança no tratamento de doenças. Esses autores apontaram alguns exemplos de tratamentos desajustados e supersticiosos que estão curiosamente disseminados entre as populações humanas, como o uso de bebidas feitas de cobras em estado de decomposição para o tratamento de lepra, a ingestão de abutres para o tratamento de sífilis e a ingestão de chás feitos com caudas de cachorro para a cura das vítimas mordidas por esses animais. Seriam essas crenças exemplos de comportamentos mal adaptados, ou o uso de recursos sem comprovação terapêutica estaria escondendo traços adaptativos que não estão sendo identificados pelas pesquisas?

Outra das críticas aos neofuncionalistas se deve ao fato de estes considerarem a população como a unidade básica de estudo, e não o indivíduo, e desconsiderarem variações internas importantes nas suas análises. A população era vista pelos neofuncionalistas como unidade analítica, uma vez que, de acordo com eles, é a população, e não o indivíduo, que se adapta ao ambiente. Essa ideia foi criticada por outras escolas, as quais acreditavam que, para haver adaptação, são necessárias mudanças operando primeiramente de maneira individual. Trazendo essa discussão para a etnobiologia, sabemos que mesmo as populações que compartilham entre si suas práticas e crenças não podem ser vistas como homogêneas quanto ao comportamento adaptativo de seus membros, já que é comum existir pessoas que apresentam conhecimentos e práticas não socializados com o grupo social em que vivem.

Na etnobotânica, o estudo de plantas medicinais pode servir como um bom exemplo para mostrar que o conhecimento de uma comunidade não pode ser visto de forma homogênea, em especial quando nos referimos ao papel do gênero na construção desse conhecimento. Alguns trabalhos já mostraram a diferença entre o conhecimento de mulheres e homens, evidenciando plantas que são usadas exclusivamente por cada um desses grupos. As mulheres, geralmente, utilizam, segundo esses estudos, um maior número de plantas, o que tem sido explicado pelo fato de serem mais envolvidas com o tratamento das enfermidades dos membros da família (Silva *et al.* 2011; Voeks & Leony 2004). Nesse mesmo sentido,

diferenças no conhecimento entre gêneros não ocorrem apenas em termos de diversidade de espécies conhecidas; muitas vezes, tais diferenças dizem respeito à especialização nos sistemas de tratamento utilizados. Por exemplo, no estado de Brunei Darussalam, no sudeste asiático, as mulheres são especializadas no tratamento de doenças espirituais, enquanto os homens são especialistas em cura de doenças relacionadas com distúrbios orgânicos (Voeks & Nyawa 2001).

Neodarwinismo

As abordagens neodarwinianas reforçaram as críticas feitas ao neofuncionalismo no que se refere à unidade de estudo. O neodarwinismo baseia-se na teoria da seleção natural, segundo a qual mudanças agem primariamente no indivíduo ou gene, e não diretamente na população. Tal abordagem se assemelha fortemente às pesquisas etnobiológicas, no sentido de considerar o indivíduo como unidade analítica, uma vez que boa parte dos estudos etnobiológicos realiza entrevistas individuais, acessando, posteriormente, os padrões populacionais por meio da combinação e análise conjunta dos resultados individuais.

As principais técnicas de análise de dados em etnobotânica fornecem uma ideia de como respostas individuais podem ser combinadas para traçar um perfil populacional. Dentre essas técnicas, estão o valor de uso, a importância relativa e o valor de consenso do informante, as quais entendem que uma planta é localmente importante quando é conhecida (ou usada) por uma quantidade considerável de pessoas na população, mas não necessariamente por todas as pessoas (Silva *et al.* 2010). O que se faz por meio dessas técnicas é eleger espécies mais importantes com base no consenso dos informantes, sabendo-se, contudo, que nem todas as pessoas do local considerarão dada espécie como importante.

Abordagem processual

Com o avanço no desenvolvimento da antropologia ecológica, surgiu a abordagem processual. A antropologia processual foge das abordagens clássicas que se ligam principalmente aos *feedbacks* negativos, ou seja,

às características da população que são mantidas. Essa nova abordagem, a processual, interessa-se pelas mudanças, focando o entendimento dos processos de transformações como respostas das pessoas a alterações ambientais ou à crescente urbanização, de modo que, mais do que nunca, as populações são consideradas sistemas abertos.

Há uma tendência, entre os estudos etnobotânicos, de seguir essa abordagem quando buscam verificar se fatores como urbanização e acesso a medicamentos alopáticos e à mídia interferem no conhecimento de plantas e no uso de recursos vegetais. Investigações mais antigas estudavam comunidades relativamente isoladas, além de identificar traços peculiares do conhecimento sobre plantas, o que caracteriza a etapa clássica da antropologia ecológica. A preocupação com as transformações (inserções, deleções e complementações de informações e práticas), tanto na antropologia ecológica quanto na etnobotânica, é, a nosso ver, não apenas uma nova tendência, mas também uma necessidade percebida nas últimas décadas, já que o processo de urbanização tem afetado até mesmo as comunidades mais isoladas.

Nessa perspectiva, a abordagem processual traz para os estudos etnobiológicos a necessidade de reconstrução de alguns conceitos, como aqueles que identificam as comunidades como sistemas isolados, intocáveis e puros. Entendemos que os estudos atuais acerca da dinâmica dos sistemas socioecológicos em contextos de urbanização ou de migrações podem fornecer informações relevantes para entender determinados processos, uma vez que tais contextos remetem a mudanças muito mais rápidas e, portanto, mais facilmente capturáveis do que sistemas socioecológicos mais estáveis.

A contribuição de outras disciplinas para o entendimento da relação pessoas-ambiente

Outras disciplinas trouxeram importantes contribuições à antropologia ecológica e à ecologia humana, que, de igual modo, podem enriquecer a pesquisa etnobiológica. Uma dessas correntes é psicologia ambiental, que trata principalmente das percepções que os indivíduos têm do seu ambiente (Kormondy & Brown 2002). Esse ponto é importantíssimo, já

que a percepção precede o uso dos recursos e pode influenciar a relação das pessoas com esses recursos. Tais estudos podem ajudar a entender o comportamento das pessoas quanto ao uso de recursos naturais, sendo a porção psicológica da percepção apenas um dos aspectos a serem investigados, já que a percepção também compreende elementos físicos, fisiológicos e culturais (Bell 2001; Silva *et al.* 2010).

Um exemplo da interface entre psicologia ambiental e etnobiologia pode ser visto no trabalho de Almeida *et al.* (2008). Estudando o uso de fogueiras tradicionais em celebrações juninas em uma comunidade rural, na qual a coleta de recursos madeireiros é proibida, os autores identificaram que a população está disposta a sustentar esse costume por julgar que tal tradição não pode ser rompida. Assim, apesar de a comunidade reconhecer as dificuldades de obter madeira para a confecção das fogueiras, fato apontado no discurso de 90% dos informantes investigados, esse comportamento vem sendo ajustado ao longo do tempo, e, atualmente, são as espécies de áreas perturbadas e antropogênicas os principais alvos de coleta, mesmo que os recursos nativos da floresta sejam os preferidos.

A ecologia evolutiva também teve forte influência na ecologia humana e em algumas abordagens atuais da etnobiologia. De acordo com essa proposta, para entender as interações entre organismos e ambiente, é necessário avaliar o sucesso reprodutivo das espécies, que é regido pela seleção natural. A ecologia evolutiva influenciou, assim, grande parte dos estudos de antropologia ecológica e da etnobiologia que visava entender a relação pessoas-ambiente a partir de uma ótica evolutiva. A ecologia evolutiva também abarcou estudos de modelos de aproveitamento ótimo de recursos que mais tarde foram adaptados pela ecologia humana. Dentre esses modelos, destaca-se o de forrageamento ótimo, cujo principal preceito é que organismos são selecionados, ao longo de gerações, no intuito de alcançarem um nível ótimo de aquisição e aproveitamento de recursos (Kormondy & Brown 2002). Esse modelo inclui relações de custo-benefício, nas quais os custos são a perda de energia pelo forrageio e a exposição a predadores, e os benefícios são a aquisição de alimento ou de quaisquer outros recursos, como madeira e animais medicinais (ver Soldati & Albuquerque 2012b).

Considerações finais

Ao longo deste texto, buscamos mostrar que a relação entre seres humanos e recursos biológicos pode ser interpretada à luz de diferentes abordagens ecológicas e evolutivas. Portanto, no desenvolvimento de pesquisas etnobiológicas, é importante saber quais alicerces teóricos estão envolvidos na explicação dos fenômenos que os etnobiólogos têm registrado. Nem sempre uma única teoria/disciplina, evocada isoladamente, poderá oferecer a melhor explicação para dado fenômeno. Igualmente, assumir uma teoria em toda a sua integralidade pode não ser útil em termos práticos ou mesmo por trazer consigo cenários ultrapassados.

Com isso, se, ao desenvolver pesquisas, percebermos que o comportamento humano não pode ser explicado por fatores ambientais, quais caminhos devemos seguir? Entender o papel e as relações históricas desse comportamento dentro do grupo estudado, compreendendo seus mecanismos de transmissão e difusão cultural e a influência de questões de cunho genético e cultural, pode ser a solução. Os caminhos são muito variados, e não poderíamos esperar um cenário diferente, tendo em vista o caráter interdisciplinar da etnobiologia. Independentemente do posicionamento adotado, podemos beber na fonte de todas essas teorias e assumir algumas premissas que podem ser úteis na elaboração de uma teoria etnobiológica de bases ecológicas e evolutivas (Hurrell & Albuquerque 2012):

1. as relações entre as pessoas e a natureza são complexas e, muitas vezes, envolvem respostas adaptativas às forças ecológicas e evolutivas;
2. os comportamentos e as práticas de populações humanas podem ser adaptativos;
3. o ambiente pode ser assumido como um fator limitante, mas não como determinante do comportamento humano;
4. a percepção sobre a natureza é um processo com características estruturais (biológicas/sensoriais) e cognitivas;
5. o conhecimento ecológico tradicional emerge das relações entre os seres humanos e seus arredores e materializa-se em ações e práticas, orientando as ações, que fornecem um *feedback* sobre esse conhecimento, o qual evolui.

Referências

- Albuquerque UP, Andrade LHC, Silva ACO. 2005. Use of plant resources in a seasonal dry forest (Northeastern Brazil). *Acta Botanica Brasílica* 19: 1-16.
- Albuquerque UP, Medeiros PM, Araujo TA, Silva TC, Cunha LV, Oliveira-Júnior GJ, Almeida CFCBR. 2008. The Role of ethnobotany and environmental perception in the conservation of Atlantic Forest fragments in Northeastern Brazil. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability* 2(1): 27-34.
- Almeida AL, Medeiros PM, Silva TC, Ramos MA, Sieber SS, Albuquerque UP. 2008. Does the June tradition impact the use of woody resources from an area of Atlantic Forest in Northeastern Brazil? *Functional Ecosystems and Communities* 2: 32-44.
- Alves RN. 2012. Relationships between fauna and people and the role of ethnozoology in animal conservation. *Ethnobiology and Conservation* 1:2.
- Bell S. 2001. Landscape pattern, perception and visualization the visual management of forest. *Landscape and Urban Planning* 54(1): 201-211.
- Bennett BC, Husby CE. 2008. Patterns of medicinal plant use: an examination of the Ecuadorian Shuar medicinal flora using contingency table and binomial analyses. *Journal of Ethnopharmacology* 116(3): 422-30.
- Carvalho-Júnior IJ. 2011. Dos mitos acerca do determinismo climático/ambiental na história do pensamento geográfico e dos equívocos de sua crítica: reflexões metodológicas, teórico-epistemológicas, semântico-conceituais e filosóficas como prolegômenos ao estudo da relação sociedade-natureza pelo prisma da ideia das influências ambientais. PhD thesis, Universidade de São Paulo.
- Colding J, Folke C. 2001. Social taboos: “invisible” systems of local resource management and biological conservation. *Ecological Applications* 11: 584-600.
- Freeman S, Herron JC. 2009. Análise evolutiva. Porto Alegre, Artmed.
- Garro LC. 1986. Intracultural variation in folk medicinal knowledge: a comparison between curers and noncurers. *American Anthropologist* 88: 351-370.
- Hawley AH. 1986. Human ecology – a theoretical essay. Chicago, The University of Chicago Press.
- Holling CS. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecological Systems* 4: 1-23.
- Hurrell JA, Albuquerque UP. 2012. Is Ethnobotany an ecological science? Steps towards a complex Ethnobotany. *Ethnobiology and Conservation* 1:4.
- Keesing RM. 1974. Theories of culture. *Annual Review of Anthropology* 3: 73-97.
- Kormondy EJ, Brown DE. 2002. Ecologia humana. São Paulo, Atheneu Editora.
- Ladio AH, Lozada M, Weigandt M. 2007. Comparison of traditional wild plant knowledge between aboriginal communities inhabiting arid and forest environments in Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* 69: 695-715.

- Lucena RF, Araújo EL, Albuquerque UP. 2007. Does the local availability of woody caatinga plants (Northeastern Brazil) explain their use value? *Economic Botany* 61(4): 347-361.
- Marten GG. 2001. *Human ecology – basic concepts for sustainable development*. London, Earthscan.
- Medeiros PM, Ladio A, Santos AMM, Albuquerque UP. 2013. Does the selection of medicinal plants by local populations suffer taxonomic influence? *Journal of Ethnopharmacology* 146: 842-852.
- Mesoudi A. 2011. *Cultural evolution: how Darwinian theory can explain human culture & synthesize the social sciences*. Chicago, University Chicago Press.
- Moerman D. 1979. Symbols and selectivity: a statistical analysis of native American medical ethnobotany. *Journal of Ethnopharmacology* 1: 111-119.
- Netting RM. 1986. *Cultural ecology*. Prospect Heights, Illinois. Waveland Press.
- Neves W. 2002. *Antropologia Ecológica*. São Paulo, Cortez.
- Putra Y, Masy'ud B, Ulfah M. 2008. Diversity of medicinal animals in Betung Kerihun National Park, west Kalimantan, Indonesia. *Media Konservasi* 13:8-15.
- Ramos MA, Albuquerque UP. 2012. The domestic use of firewood in rural communities of the Caatinga: How seasonality interferes with patterns of firewood collection. *Biomass and Bioenergy* 39: 147-158.
- Ramos MA, Medeiros PM, Almeida ALS, Feliciano ALP, Albuquerque UP. 2008. Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. *Biomass Bioenergy* 32: 510-517.
- Silva MNF, Shepard Jr, GH, Yu DW. 2005. Conservation implications of primate hunting practices among the Matsigenka of Manu National Park. *Neotropical Primates* 13: 31-36.
- Silva TC, Medeiros PM, Araújo TA, Albuquerque UP. 2010. Northeastern Brazilian students' representations of Atlantic Forest fragments. *Environment, Development and Sustainability* 12(2): 195-211.
- Silva FS, Ramos MA, Hanazaki N, Albuquerque UP. 2011. Dynamics of traditional knowledge of medicinal plants in a rural community in the Brazilian semi-arid region. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 21(3): 382-391.
- Soldati GT, Albuquerque UP. 2012a. Ethnobotany in intermedical spaces: The case of the Fulni-ô indians (Northeastern Brazil). *Evidence-based complementary and alternative medicine* Article ID 648469.
- Soldati GT, Albuquerque UP. 2012b. A New Application for the Optimal Foraging Theory: The Extraction of Medicinal Plants. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* Article ID 364564.

- Tabuti J, Dhilliona S, Lyea K. 2003. Firewood use in Bulamogi County, Uganda: species selection, harvesting and consumption patterns. *Biomass and Bioenergy* 25(6): 581-596.
- Tanaka MM, Kendal JR, Laland KN. 2009. From traditional medicine to witchcraft: why medical treatments are not always efficacious. *PLoS ONE* 4(4): e5192.
- Voeks RA, Nyawa S. 2001. Healing flora of the Brunei Dusun. *Borneo Research Bulletin* 32: 178-195.
- Voeks RA, Leony A. 2004. Forgetting the forest: assessing medicinal plant erosion in eastern Brazil. *Economic Botany* 58: S294-S306.
- Weckerle CS, Cabras S, Castellanos ME, Leonti M. 2012. An imprecise probability approach for the detection of over and underused taxonomic groups with the Campania (Italy) and Sierra de Popoluca (Mexico) medicinal flora. *Journal of Ethnopharmacology* 142: 259-264.

CAPÍTULO 9

Transmissão de conhecimento: origem social das informações e da evolução cultural

Gustavo Taboada Soldati



ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:

<https://youtu.be/wSmVIYqhBMQ>



Podemos, sem sombra de dúvidas, afirmar, mesmo que de forma geral, que todos os seres vivos são, em essência, estruturas capazes de armazenar e processar informações. Não estamos asseverando que essa propriedade pode definir a vida em si; afinal, sistemas físicos também o fazem. Porém, já que nos propomos, neste livro, a compreender a relação entre os seres humanos e o ambiente em que vivem, podemos questionar: o que distingue os sistemas vivos dos sistemas físicos? A diferença baseia-se na origem e na natureza desses sistemas. Os sistemas vivos, além de informações ontologicamente adquiridas, ou seja, inerentes à sua natureza, apresentam a característica especial de incorporar constantemente dados disponíveis no meio ambiente, por meio da aprendizagem (cognição). O conceito clássico de aprendizagem consiste em qualquer alteração no comportamento de um animal oriunda do processamento de uma informação nova, adquirida por experiência em um tempo anterior (T_1) e detectável em um tempo posterior (T_2) (Heyes 1994). Portanto, a cognição é uma das propriedades elementares que caracteriza os seres vivos, visto que mesmo os menos derivados apresentam algum processo de aprendizado (Maturana & Varela 2007).

Mas, se as informações adquiridas distinguem os sistemas ditos vivos dos sistemas físicos, o que diferencia os seres humanos dos outros seres vivos? Compartilhamos a mesma opinião de Mesoudi (2011), o qual afirmou categoricamente que *“humanos são uma espécie cultural”*, pois grande parte do comportamento humano é determinada por um sistema de informações adquirido via transmissão social, por meio de processos específicos como imitação, ensino e linguagem. Nesse sentido, o conceito de transmissão social iguala-se ao conceito de cultura (Richerson & Boyd 2005; Mesoudi 2007; Mesoudi 2011). Em resumo, assumimos que os seres humanos se caracterizam por apresentarem comportamentos oriundos do processamento de informações de três naturezas distintas: as ontológicas, as adquiridas por experiência individual e as obtidas por transmissão social.

Investigar a transmissão social do conhecimento consiste, assim, em analisar essencialmente a natureza peculiar dos seres humanos, ou seja, sua cultura. Além disso, reconhecemos, como apresentado no capítulo 1, que a cultura pode evoluir seguindo as premissas darwinianas e

que a transmissão do conhecimento é um dos processos elementares na evolução cultural e na compreensão da relação entre pessoas e natureza. Passemos, agora, à descrição das três bases de informação humana, para, depois, atentarmos para a transferência social de conhecimento sob uma perspectiva evolutiva. Por fim, analisaremos como a transmissão de informações foi percebida pelos estudos etnobiológicos e como pode ser utilizada para compreender a dinâmica evolutiva dos sistemas socioecológicos, baseando-nos em trabalhos típicos da etnobiologia.

Informações de base genética

Alguns tipos de comportamento humano são frutos do processamento de informações armazenadas em sua base genética, caracterizando-se, portanto, por não sofrerem influência dos pares durante o processo de aquisição (Mesoudi & Whiten 2008). A herança genética não está relacionada ao conhecimento de um traço específico, como conhecer uma planta para determinado fim, mas à determinação de características individuais que favorecerão ou não a construção desse conhecimento, como capacidade e velocidade de aprendizado (Reyes-Garcia *et al.* 2009). Entretanto, existem poucos estudos na etnobiologia que discutem explicitamente os comportamentos herdados ou predispostos geneticamente. Dessa forma, pouco se sabe sobre os aspectos culturais que são influenciados, *a priori*, pela base biológica do indivíduo, ou seja, que lhes são inerentes.

Produção individual do conhecimento

A produção individual do conhecimento é o processo no qual o indivíduo constrói, sobretudo pela experimentação e sem nenhuma influência social (Rendell *et al.* 2009), novas informações que poderão ou não se difundir e se fixar na cultura. Esse processo cognitivo também é nomeado de “aprendizado individual” (Heyes 1994) ou “produção associal” (Laland 2004). No entanto, defende-se a utilização da expressão “produção individual do aprendizado” em detrimento do termo “aprendizado associal”, pois acredita-se que nenhum conhecimento é, em sua totalidade,

“asocial”. Mesmo quando o conhecimento é produzido por um único indivíduo, a sua necessidade e a realidade em que é produzido são frutos de um contexto e de relações sociais.

Do ponto de vista evolutivo, o aprendizado individual é importante pelos seguintes aspectos: a) demanda gasto energético e temporal para o acesso às informações; b) em situações especiais, como, por exemplo, desenvolver conhecimentos sobre plantas medicinais, pode acarretar risco para o indivíduo; c) apesar de custoso, as novas informações sempre serão adaptadas ao contexto em que foram concebidas, mesmo em ambientes instáveis; e d) sendo análogo ao processo de mutações na evolução biológica (capítulo 3), diversifica os traços e os comportamentos a serem selecionados em uma cultura. Diante do exposto, considerando o *trade off*¹⁵, o gasto energético e a adaptabilidade, podemos afirmar que a produção individual do conhecimento será favorecida em condições de instabilidade ambiental, pois, embora custosas, as inovações sempre serão adaptadas ao novo contexto (Cavali-Sforza & Feldman 1981; Hewlett & Cavali-Sforza 1986; McElreath & Strimling 2008).

Importante para estudos etnobiológicos é ter o conhecimento de que, nem sempre, as premissas evolutivas apontadas anteriormente são verdadeiras, pois, dependendo de como irá acontecer, o aprendizado individual terá diferentes implicações evolutivas. Como afirmamos, o acúmulo teórico sobre as implicações evolutivas do aprendizado individual parte do pressuposto de que a produção de novas informações, também conhecidas como inovações, será sempre custosa e, em algumas situações, apresentará riscos ao indivíduo, como experimentar novas plantas para o tratamento de uma grave enfermidade. Contudo, é possível que uma inovação possa ser aprendida sem gasto de energia e sem riscos ao indivíduo, o que é, em geral, desconsiderado pelas abordagens evolutivas. Por exemplo, considerando-se que o plantio é uma ação determinada pelo estímulo da chuva, um agricultor precisa saber a época ideal para realizá-lo.

15 *Trade off*, no contexto da evolução, remete a situações de dilema e à escolha de uma alternativa benéfica, que acarreta perdas inerentes. Por exemplo, é importante que um felino tenha força para caçar seu alimento. Mas força exige massa corpórea. Quanto mais massa corpórea tiver, maior será o peso do animal e, evidentemente, menor será a sua capacidade de correr rapidamente. Neste caso, há um *trade off* entre força e velocidade.

Assim, por meio de sua percepção, mas sem que haja nenhum manejo da paisagem ou um planejamento de experiências, ele percebe que dada planta, por exemplo, o pau d'arco roxo, floresce dias antes da chuva. O agricultor, então, condiciona a ação “plantar” ao estímulo “florescer” oferecido pela planta. Nesse caso, o novo conhecimento (comportamento), “é bom plantar quando o *pau d'arco roxo floresce*”, resulta de um evento que não exigiu energia ou tempo adicional para a sua produção. Caso essa hipótese seja verdadeira, é preciso relativizar as discussões sobre a evolução cultural pautadas na premissa única de que, apesar de altamente adaptativa, a produção individual do conhecimento demanda gasto de energia excedente.

Transmissão de informações ou aprendizado social

Aprendizado social é o processo pelo qual as informações são transmitidas em um grupo social a partir da interação entre seus pares, ou destes com os produtos da interação (Boyd & Richerson 2005; Mesoudi & Whiten 2008). Para muitos autores, a cultura nada mais é do que um conhecimento compartilhado, ou seja, o conjunto de informações adquirido pela transmissão social via mecanismos como imitação, ensino e linguagem (Rogers 1988; Richerson & Boyd 2005; Mesoudi 2011).

Um dos debates mais frutíferos, sobretudo na Psicologia Comparativa, é o que busca compreender se o processo de aprendizado social – ou seja, a cultura – é exclusivo dos seres humanos ou também existe em animais não humanos. De um lado, alguns estudos apontam que determinados animais, especialmente chimpanzés, são capazes de desenvolver seus próprios mecanismos de linguagem e tradição comportamental, que são transmitidos por muitas gerações (Boesch & Tomasello 1998). Tais evidências sugerem que os sistemas culturais humanos apresentam raízes evolutivas anteriores ao *Homo sapiens*. Sendo assim, quais seriam as características únicas dos sistemas culturais humanos que os distinguiriam dos outros animais culturais? Boesch & Tomasello (1998) sugeriram duas: a) o uso de uma linguagem complexa e b) a acumulação de modificações culturais. Quanto à primeira característica, os autores

afirmam que a linguagem desenvolvida permite maior disseminação de traços culturais tanto no tempo quanto no espaço e, possivelmente, a transmissão de diferentes tipos de informação. Quanto à segunda, consideram que os seres humanos possuem uma capacidade considerável de acumular informações e modificações, tornando o seu sistema cultural único por ser progressivamente mais complexo (Boesh & Tomasello 1998; Mesoudi & Whiten 2008). Nesse sentido, é improvável que uma criança ou um grupo de crianças isoladas crie algum sistema cultural tão complexo quanto os da sociedade humana, posto que as culturas humanas são produtos históricos construídos ao longo de muitas gerações.

Transmissão social do conhecimento e evolução cultural

Em uma perspectiva evolutiva, acredita-se que a mente humana teve sua estrutura cognitiva selecionada de forma a permitir a existência de grupos culturais, sendo, portanto, a cultura, uma adaptação humana (Rogers 1988; Boyd & Richerson 2005; Mesoudi & Whiten 2008). Muitos argumentos sustentam essa crença, como o sucesso ecológico dos seres humanos em diferentes ambientes (Cavalli-Sforza & Feldman 1981; Boyd & Richerson 1995; Richerson & Boyd 2005) e a possibilidade de acumular informações adaptativas sem os custos da produção individual, potencializando a aptidão (*fitness*) da população (Rogers 1988; Boyd & Richerson 1995).

Historicamente, um dos estudos mais importantes sobre o papel da transmissão social na evolução cultural, que determinou o futuro das investigações desse campo científico, foi o trabalho de Rogers (1988). A sua primeira grande contribuição consistiu em avaliar a adaptabilidade da transmissão de informações e, por consequência, seu papel na evolução cultural. Rogers (1988) parte do pressuposto de que a seleção natural tende a incrementar o *fitness* médio da população; caso contrário, não há razões para acreditar que a seleção resultará em adaptação. Nesse sentido, caso a cultura seja adaptativa, uma população que transmite suas informações entre seus pares (recordemos que o conceito de cultura se iguala ao conceito de transmissão social do conhecimento) deve apresentar um *fitness* médio maior do que uma população carente

de transmissão social. Em um ambiente variável, Rogers modelou matematicamente uma população na qual os indivíduos assumem dois tipos comportamentais: a) produzir suas próprias informações (produtores) ou b) copiá-las de seus pares (aprendizes sociais). Em ambas as situações, os indivíduos irão assumir as implicações do *trade off*: gasto de energia durante a produção do conhecimento *versus* adaptabilidade do conhecimento produzido. Enquanto os produtores gastam muita energia, mas produzem um conhecimento altamente adaptado às alterações ambientais; os aprendizes sociais conseguem informações sem nenhum custo adicional, mas estão suscetíveis a adquirir informações obsoletas ou inapropriadas para um ambiente mutável (Rendell *et al.* 2009).

Assim, o modelo de Rogers (1988) determina que: a) o *fitness* dos indivíduos que confiam em seu próprio conhecimento depende apenas do custo e do benefício da produção desse conhecimento e não tem relação com o comportamento dos seus pares, sendo, portanto, contínuo; b) quando os indivíduos que copiam informações são raros na população, a maioria dos pares irá se comportar como produtora, oferecendo aos aprendizes sociais, a baixo custo, conhecimento sempre adaptado. Nessa situação, o *fitness* médio dos aprendizes será maior do que o dos produtores. De outra maneira, quando os aprendizes são maioria, poucas informações elaboradas a partir das recentes alterações ambientais, ou seja, alterações adaptativas, estarão disponíveis para cópia. Nessa configuração populacional, o *fitness* médio dos produtores será maior. Entretanto, o mais importante é que, independentemente da frequência populacional das duas estratégias – aprendizes e produtores –, o *trade off* existente produz um equilíbrio estável entre as frequências dessas estratégias justamente quando o *fitness* médio desses comportamentos é o mesmo. A primeira conclusão marcante de Rogers (1988) é, dessa forma, a de que uma população com aprendizado social não tem *fitness* médio maior do que uma população sem aprendizado social. Portanto, do ponto de vista evolutivo, não deveríamos esperar sistemas culturais se entendermos a cultura apenas como transmissão social de conhecimento. Esses apontamentos não afirmam que a cultura não é adaptativa; apenas sugerem que, caso seja, deve ser por causa de propriedades não consideradas no modelo avaliado. Devido ao seu impacto no meio acadêmico,

os pressupostos do autor são conhecidos na literatura científica como “O Paradoxo de Rogers”.

Diante disso, Boyd & Richerson (1995) questionaram se o paradoxo não seria um artefato, fruto da simplicidade do modelo básico concebido por Rogers (1988), uma vez que a modelagem considera apenas dois comportamentos (estratégias) – produção individual (produtores) e transmissão social de conhecimento (aprendizes) – e tenta adaptá-los aproximando-os da realidade. Nesse sentido, a primeira e a segunda alterações no modelo, feitas por Boyd & Richerson (1995), foram, respectivamente, modelar uma população de indivíduos inserida em um ambiente que varia espacialmente e permitir que os indivíduos da população modelada assumissem mais de dois comportamentos. Finalmente, Boyd & Richerson (1995) inseriram no modelo uma terceira alteração: a possibilidade de os produtores individuais conceberem informações falsas ou mal-adaptadas. Apesar dessas modificações, que tornaram o modelo mais adequado à realidade, os resultados de Boyd & Richerson (1995) corroboraram o modelo de Rogers. Assim, a inserção a) de uma variação ambiental e b) de outras estratégias de aprendizado, bem como c) a existência de informações não proveitosas do ponto de vista evolutivo, também não explicam a existência de sistemas culturais, pois, assim como em Rogers (1988), não houve um incremento no *fitness* médio dos indivíduos que copiam as informações de seus pares.

Na tentativa de encontrar as justificativas evolutivas para a cultura, Boyd & Richerson (1995) construíram um modelo matemático no qual a cópia das informações não ocorre aleatoriamente, mas de forma seletiva, e no qual os indivíduos do grupo modelado avaliam o comportamento dos pares e escolhem aquele que aparentar ser o melhor. Esse tipo de transmissão, nomeado “transmissão enviesada”, ocorre quando a transferência de conhecimento não se dá ao acaso, mas seguindo alguma tendência, ou seja, dependendo de alguma variável. Essa modificação no modelo, proposta por Boyd & Richerson (1995), parte do pressuposto de que, caso os indivíduos consigam copiar pares reconhecidos como “melhores”, obtendo as informações mais vantajosas, a transmissão enviesada justificaria a existência de sistemas culturais porque favoreceria conhecimentos adaptativos. Entretanto, a análise desse modelo confirma

que o pressuposto é falso e, portanto, não sustenta, do ponto de vista evolutivo, o advento da cultura. Diante do exposto, Boyd & Richerson (1995) concluíram que as ideias propostas por Rogers (1988) são matematicamente robustas.

Como, então, resolver o paradoxo de Rogers? Como pode a transferência de informação, ou seja, a cultura, ser adaptativa? Podemos afirmar que a cultura pode incrementar o *fitness* médio da população e ter uma justificativa evolutiva se ela aumentar, ao mesmo tempo, a aptidão dos aprendizes e a dos produtores. Conforme já expomos, para Rogers (1988), a presença da transmissão social otimiza apenas o *fitness* médio dos indivíduos que copiam, mas não o dos produtores, que se mantém sempre constante. Quando Boyd & Richerson (1995) modelaram uma situação na qual o *fitness* médio dos indivíduos que produzem seu próprio conhecimento incrementa à medida que aumenta a frequência populacional dos indivíduos que copiam informações dos seus pares, o paradoxo de Rogers desapareceu. Nesse sentido, a cultura é adaptativa apenas se tornar o aprendizado individual a) menos custoso e b) mais acurado.

E como a cultura realiza essas duas propriedades elementares? Em primeiro lugar, a existência do aprendizado social, enquanto uma alternativa comportamental à produção individual, permite aos produtores serem seletivos. Nesse caso, os indivíduos podem aprender individualmente de forma oportunista, ou seja, produzir suas próprias informações quando essa estratégia for mais acurada e menos custosa ou, de outra forma, optar por aprender socialmente em situações menos favoráveis à produção. A questão central dessa ponderação é a versatilidade comportamental, ou seja, a capacidade do indivíduo de **condicionar** seu comportamento ante a realidade em que se encontra. Em segundo lugar, a cultura permite que as informações sejam acumuladas de geração em geração. Aprender em pequenos passos é menos custoso e mais acurado que aprender em passos largos, pois, durante a construção de um conhecimento complexo, há pequenos investimentos de energia, e, a cada evento de inovação, as informações novas são selecionadas, tornando o conhecimento adaptado. Diante disso, percebemos que a cultura pode exercer um papel adaptativo caso existam processos adicionais, capazes de tornar a transmissão social mais acurada e menos custosa.

Contudo, um questionamento importante do ponto de vista evolutivo merece ser explicitado: a transmissão do conhecimento é sempre acurada e favorece os traços proveitosos? Certos autores creem que não, afirmando que a cultura pode fixar traços mal-adaptativos (por exemplo, Richerson & Boyd 2005). Tanaka *et al.* (2009), por exemplo, modelaram matematicamente a transmissão de plantas medicinais e evidenciaram que um caractere mal-adaptativo, no caso, recursos terapêuticos sem eficácia, pode manter-se na população, porque, por ser ineficiente, as pessoas utilizam-no muitas vezes, possibilitando que os seus pares copiem e difundam esse comportamento.

Em resumo, podemos afirmar que a cultura em si não é adaptativa; em algumas situações pode, inclusive, produzir mal-adaptações. No entanto, como mencionamos anteriormente, existem procedimentos que tornam a transmissão de conhecimento um processo eficaz do ponto de vista evolutivo. Enquist *et al.* (2007) asseguraram que, para a cultura ser adaptativa, é necessário que a) a transferência de informações seja suficientemente fiel e que b) existam vieses que favoreçam traços adaptativos e inibam a perpetuação de traços mal-adaptativos.

Diante desses apontamentos, faz-se necessária melhor compreensão sobre como conseguir vantagens por meio da cópia de informações, assumindo os possíveis riscos dessa estratégia de aprendizagem. Muitos estudos buscaram esse entendimento, e, segundo Rendell *et al.* (2010), os avanços nessa área de pesquisa se devem, principalmente, à união entre estudos teóricos e empíricos. Esses avanços tentaram responder, basicamente, quatro perguntas: a) “*o que é copiado?*”, isto é, se existem ou não algumas informações que são favorecidas durante a transmissão; b) “*quando é copiado?*”, ou seja, em quais situações os indivíduos devem optar por copiar as informações; c) “*como é copiado?*”, ou seja, qual é o mecanismo de cópia, observação, ensino e linguagem; e d) “*de quem copiar?*”, isto é, se existe ou não alguma característica que faça de um indivíduo um modelo a ser copiado (Laland 2004; Mesoudi & Whiten 2008). Passemos, então, a discorrer sobre tais perguntas.

Perguntas do tipo “de quem copiar?”

Ao copiar, os indivíduos devem escolher algum de seus pares como modelo, isto é, como fonte do conhecimento, e as estratégias do tipo “de quem copiar” evidenciam as características desse processo de escolha. Cavalli-Sforza & Feldman (1981) iniciaram as investigações a esse respeito estabelecendo uma classificação, que se tornou clássica nos estudos de evolução cultural, baseada no grau de parentesco entre o modelo e o aprendiz. Segundo essa classificação, o conhecimento pode ser culturalmente transferido: a) dos pais aos filhos (tipo vertical); b) entre indivíduos da mesma geração (tipo horizontal); e c) entre gerações, mas apenas quando os jovens copiam adultos que não seus pais (tipo oblíquo) (Fig. 1).

Hewlett & Cavalli-Sforza (1986) reestruturaram a classificação original de Cavalli-Sforza & Feldman (1981), subdividindo a categoria “oblíqua” em dois tipos e defendendo, assim, que o conhecimento entre gerações pode ser transmitido: a) de um professor, um líder ou uma mídia, como televisão ou rádio, para muitos indivíduos de um grupo (tipo “um para muitos” - *one-to-many*), geralmente pupilos, aprendizes; ou b) dos membros mais antigos para os mais novos do grupo social (tipo “muitos para um” - *many-to-one* ou *concerted*) (Fig. 1). Apesar de isto não estar explícito no texto de Hewlett & Cavalli-Sforza (1986), a fissão parece ser justificada pelo fato de que essas duas novas categorias têm implicações evolutivas distintas, que, antes, quando unidas na categoria “oblíqua”, eram indistinguíveis.

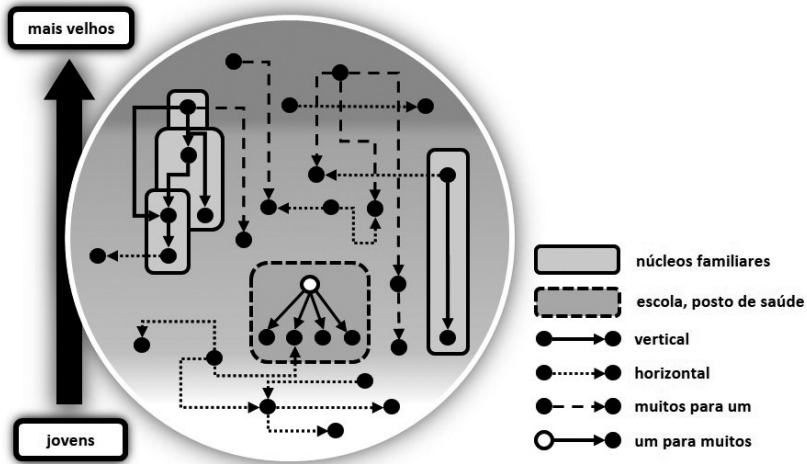


Figura 1. Tipos de transmissão social de informações. A grande esfera representa um sistema cultural, como uma comunidade tradicional, composta de diferentes indivíduos (esferas pequenas). Alguns destes se mostram especiais, pois são reconhecidos por deterem grande conhecimento e/ou prestígio social (esferas de centro branco), sendo geralmente anciões, curandeiros, professores, médicos e enfermeiros. A distinção nas tonalidades da esfera maior busca representar diferenças nas idades dos indivíduos, ou seja, distribuí-los em gerações. A transmissão vertical ocorre dentro de um mesmo núcleo familiar, enquanto que a horizontal acontece entre pares não aparentados e pertencentes à mesma faixa etária. Quando o modelo a ser copiado consiste nos anciões, diz-se que a transmissão é do tipo “muitos para um”. Nesse caso, a informação sempre transpassa uma ou mais gerações. A transmissão “um para muitos”, por sua vez, ocorre tendo como modelo um professor, um médico ou outro agente com prestígio social capaz de influenciar muitos indivíduos.

A transmissão vertical promove uma alta variação no conhecimento entre os indivíduos de um grupo e entre distintos grupos. A transmissão de pais para filhos é altamente conservativa, pois dificulta a difusão de inovações. Como resultado, a evolução cultural em um grupo que se baseia nesse tipo de estratégia é bastante lenta (Fig. 2). Já em sistemas que apresentem a via horizontal bem desenvolvida, as inovações são facilmente difundidas. Nesses grupos, a variação do conhecimento entre

indivíduos e entre grupos pode ser alta, tornando a evolução cultural muito rápida.

As estratégias “um para muitos” e “muitos para um” têm implicações evolutivas distintas. No primeiro caso, a difusão de inovações ocorre com muita facilidade. Como fruto do processo de homogeneização do conhecimento, o conhecimento entre os indivíduos do grupo é muito similar, apesar de a variação entre grupos ser, ocasionalmente, alta. Assim como na transmissão horizontal, a evolução cultural em grupos que contêm a estratégia “um para muitos” é consideravelmente rápida. No segundo caso, o tipo “muitos para um” também é bastante conservativo, pois os valores, os traços e as habilidades dos mais antigos são transmitidos em grande escala para os outros membros do grupo. Essa forma de transmissão promove uma situação que inibe a difusão de inovações e a diversificação do conhecimento dentro do grupo, bem como a evolução cultural (Fig. 2).

As frequências de cada uma dessas vias de transferência em um sistema cultural não são aleatórias, mas dependem de muitos fatores, especialmente ambientais e sociais (McElreath & Strimling 2008; Reyes-Garcia *et al.* 2009). McElrath & Strimling (2008), por exemplo, ao investigar qual situação favorece a transmissão do tipo vertical, concluíram ser a cópia dos pais. Utilizando-se de modelos matemáticos, os autores afirmaram que esse tipo de aprendizagem social deve ser mais comum em situações nas quais o comportamento está associado à fertilidade e ao cuidado com os filhos e netos do que quando está associado à sobrevivência propriamente dita. Nesse sentido, a transmissão vertical é favorecida em ambientes estáveis, conforme já discutimos anteriormente, e em situações nas quais as pressões evolutivas são fortes demais (McElrath & Strimling 2008). Diferentemente, as vias de transmissão do tipo horizontal e “um para muitos”, que resultam em processos menos conservativos e mais difusivos, são estimuladas em ambientes variáveis (McElreath & Strimling 2008; Reyes-Garcia *et al.* 2009).

Estratégias de transmissão social e suas implicações evolutivas				
	vertical	horizontal	um para muitos	muitos para um
modelo	pais e avós	não parentes	professores, líderes, televisão	mais velhos (anciões)
aprendiz	crianças	não parentes	alunos ou espectadores	mais novos
aceitação de inovações	difícil	fácil	fácil	muito difícil
variação intrapopulacional	alta	pode ser alta	baixa	mais baixa
variação entre populações	alta	pode ser alta	pode ser alta	mais baixa
evolução cultural	devagar	pode ser rápida	mais rápida	mais devagar

Figura 2. Implicações evolutivas das diferentes estratégias de transmissão social. Adaptado de Hewlett & Cavalli-Sforza (1986).

Lembremos que as informações transmitidas pela via parental têm exatamente a mesma natureza da transmissão genética, pois compartilham um mesmo ancestral comum. Seria, portanto, possível utilizar a ferramenta mais moderna da biologia evolutiva, ou seja, a filogenia, para investigar a evolução cultural? Sem sombra de dúvidas, como argumentaram Boyd *et al.* (1997) e Mace *et al.* (2005). A filogenia, em resumo, busca compreender a história evolutiva e estabelecer relações históricas entre espécies, subfamílias e famílias. Para fazê-lo, utiliza um conjunto de caracteres conhecidos como homólogos, isto é, características compartilhadas entre os organismos analisados, que têm a mesma origem embriológica e estão presentes em todos os descendentes de um mesmo ancestral. Toda a construção de conhecimento da filogenia e suas hipóteses evolutivas, frequentemente representados por árvores filogenéticas ou cladogramas, baseiam-se unicamente em caracteres homólogos. Por ter a mesma natureza da transmissão genética, ou seja, compartilhar um mesmo ancestral, as informações transmitidas pela via parental são reconhecidas como homólogas. Nesse sentido, os sistemas culturais nos quais predominam a transmissão vertical devem, portanto, adequar-se e ser explicados totalmente pelos modelos filogenéticos. Nesses casos, acredita-se que a evolução do sistema cultural é determinada por eventos de filogênese, ou seja, por transmissão conservativa (Fig. 3).

Entretanto, como afirmado por Mesoudi (2011), os tipos de transmissões que difundem as informações – horizontal, “muitos para um” e “um para muitos” – não apresentam correspondentes na evolução biológica. Essas transmissões propagam as informações para além de uma lógica parental e produzem, dessa forma, semelhanças homoplásticas, ou seja, características compartilhadas, mas que, diferentemente das homólogas, não apresentam uma ancestralidade comum. Como a ordem da filogenia é baseada em ancestralidade, a homoplasia, por refletir similaridades de natureza não homóloga, inviabilizaria o uso das ferramentas filogenéticas para sistemas culturais (Mesoudi *et al.* 2006; Greenhill *et al.* 2009). Porém, apesar desse contraponto, alguns trabalhos evidenciam que a transmissão horizontal não invalida a abordagem evolutiva e suas ferramentas. Greenhill *et al.* (2009), por exemplo, construíram um modelo matemático para verificar os efeitos de diferentes níveis de difusão na precisão das estimativas filogenéticas. Os autores concluíram que as inferências filogenéticas são bastante robustas, mesmo em situações influenciadas por altos níveis de transmissão horizontal. Collard *et al.* (2006), por sua vez, compararam as árvores filogenéticas produzidas a partir de informações biológicas e culturais com árvores-modelo e concluíram que esses dois bancos de dados produzem padrões semelhantes.

Contudo, sistemas dominados pelas vias que difundem horizontalmente as informações não se enquadram nos modelos filogenéticos, e, como resultado, as árvores oriundas desses sistemas culturais não apresentam a estrutura típica das bifurcações (Fig. 3). As similaridades entre pessoas e entre grupos culturais que não compartilham um mesmo ancestral são chamadas, no contexto da evolução cultural, de etnogênese e borram as análises filogenéticas (Fig. 3). Portanto, é possível avaliar quais são os processos que subjazem à evolução cultural avaliando a adequação das informações culturais a uma árvore filogenética.

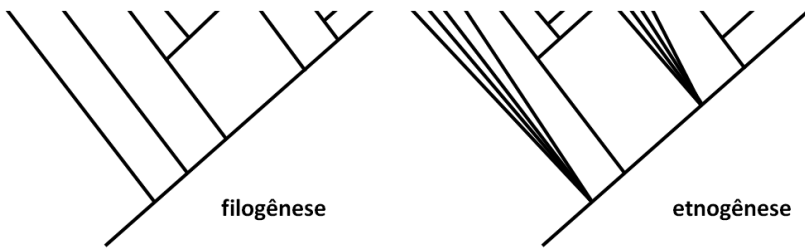


Figura 3. Representação esquemática de dois grupos sociais hipotéticos e suas respectivas análises cladísticas do conhecimento. No primeiro caso, predomina a transferência vertical (eventos de filogênese) e, no segundo, predominam a transferência horizontal, “muitos para um” e “um para muitos” (eventos de etnogênese).

Perguntas do tipo “quando copiar?”

Laland (2004) fez uma leitura ecológica das estratégias de aprendizado social e concluiu que existem três maneiras de um indivíduo se portar em um sistema cultural: a) desconhecer as informações (traços culturais); b) imitar seus pares e copiar as informações desejadas; e, por fim, c) produzir o próprio conhecimento. No primeiro caso, o autor considerou, por exemplo, os comportamentos de alimentação que independem de o animal conhecer as formas de obtenção do alimento, como o roubo ou a pilhagem. Nesse caso, o animal desconhece as informações necessárias para obter o recurso desejado, mas supre suas demandas dependendo de ou saqueando os seus pares. Na segunda estratégia, o animal adquire o conhecimento observando e copiando os outros membros de seu grupo (transmissão cultural). Na terceira e última opção, a produção própria, os animais são vistos como produtores de informações, pois constroem individualmente novos conhecimentos por meio de métodos próprios, como o de “tentativa e erro”.

Laland (2004) elaborou, então, um modelo hierárquico dessas estratégias (Fig. 4) e afirmou que os animais humanos e não humanos optam preferencialmente pela estratégia menos custosa, seguindo a ordem: desconhecer, copiar e produzir. Portanto, a seleção do comportamento é determinada pelo custo-benefício oferecido pela estratégia, o qual, por

sua vez, é determinado especialmente pelo ambiente em que o grupo está inserido (muito ou pouco produtivo) e pela frequência com que cada estratégia é empregada no grupo (Laland 2004). O autor assume que os indivíduos serão beneficiados pela cópia de informações, pois, ao fazê-lo, irão adquirir informações válidas de uma maneira rápida, livrando-se dos custos da produção individual do conhecimento. No entanto, simplesmente copiar as informações não é sinônimo de sucesso, posto que essa estratégia exige que indivíduos alimentem o grupo com novas informações. Em um grupo no qual ninguém produz conhecimento, copiar as informações pode não ser a estratégia proveitosa (Laland 2004).

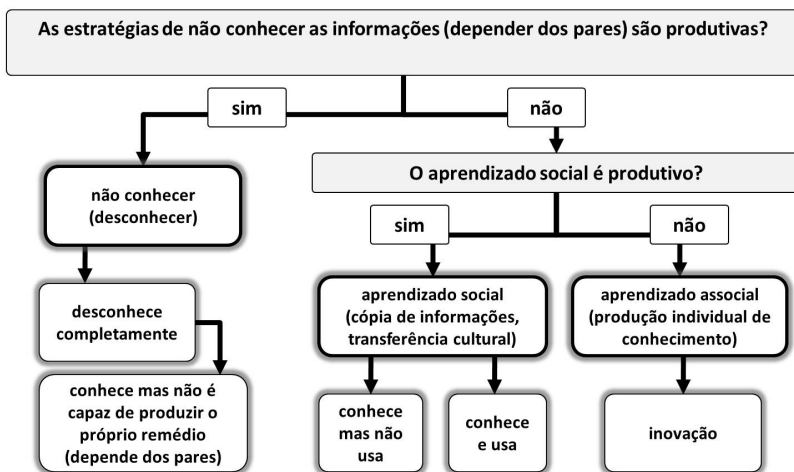


Figura 4. Controle hierárquico das estratégias de aprendizado social. Adaptado de Laland (2004).

Utilizando a relação ecológica de custo-benefício, Laland (2004) tentou compreender as estratégias sociais do tipo “quando copiar”, buscando especificar as circunstâncias que favorecem a difusão de informações. O autor considerou que os indivíduos devem absorver o conhecimento dos seus pares quando o desconhecimento de tais informações é improdutivo, ou seja, não provê os benefícios necessários. Já quando o ambiente ou o contexto social é produtivo, os indivíduos preferencialmente adotam a estratégia mais cômoda, de desconhecer as informações e depender de seus pares para suas necessidades básicas. Nesse sentido, tendo em mente

o contexto da medicina tradicional, provavelmente os indivíduos investirão em produzir conhecimento quando não existirem alternativas menos custosas para a cura de alguma doença, como, por exemplo, a utilização de remédios tradicionais preparados por outras pessoas. Nesse sentido, segundo Laland (2004), os indivíduos de um grupo social irão preferencialmente copiar as informações de seus pares quando a produção de um novo conhecimento for altamente custosa ou perigosa. Produzir um conhecimento que vise resolver novas situações problemáticas demanda alto investimento de energia, de forma que os indivíduos terão um menor risco e pouco a perder quando se guiarem pelos outros (Laland 2004).

Outra situação na qual a produção de conhecimento pode ser altamente custosa ocorre em ambientes instáveis ou em contextos em que novas situações são apresentadas ao grupo (Laland 2004). Nessas situações, os indivíduos podem apresentar um comportamento conservativo ou indiferente, dependendo da ação e do conhecimento dos pares, ou confiar no seu próprio conhecimento. Para essa última alternativa, podemos citar como exemplo os alimentos emergenciais (*famine foods*): nesse caso, um conjunto de informações sobre plantas alimentícias é colocado em prática em situações adversas, como quando o ambiente oferece alguma situação limitante (Nascimento *et al.* 2012).

Outro contexto no qual a alteração ambiental pode exercer fundamental papel na estruturação do conhecimento é o de migração, pois, a cada novo evento, o grupo social vivencia novas experiências, especialmente ambientais. Os indivíduos, portanto, irão preferencialmente desconhecer as informações ou confiar nos seus conhecimentos pretéritos sobre plantas medicinais. Mas como ocorre essa segunda opção, tendo em mente que, ao migrar, um novo conjunto de recursos é disponibilizado? A alternativa, nesse cenário, seria investir em conhecimento sobre plantas cosmopolitas, de ampla distribuição. Assim, os eventos de migração podem influenciar a riqueza de espécies conhecidas no que tange à sua origem biogeográfica (ver Medeiros *et al.* 2012).

Perguntas do tipo “o que copiar?”

Qual tipo ou conjunto de informações deve ser copiado dentro de um sistema cultural? Possivelmente, a estratégia mais parcimoniosa é copiar a maioria, ou seja, o comportamento e o conhecimento mais difundido no grupo social (Laland 2004). Essa é uma estratégia dependente da distribuição da informação, porque a probabilidade de um indivíduo adquirir conhecimento depende da frequência deste no sistema cultural (Henrich & Boyd 1998; Laland 2004). Entretanto, a cópia de uma informação pode depender não apenas de sua frequência, mas também de seu conteúdo. Nairne *et al.* (2008), por exemplo, verificaram que as informações relacionadas à sobrevivência são favorecidas durante a memorização e consequente reprodução, fenômeno conhecido como viés adaptativo. Por conferir maior vantagem adaptativa, a mente humana está predisposta a recordar informações relacionadas à subsistência. Tal predisposição é um dos melhores procedimentos de decodificação e armazenamento identificados na mente humana (Nairne *et al.* 2008).

Perguntas do tipo “como copiar?”

Segundo Mesoudi & Whiten (2008), poucos estudos se preocuparam em compreender “como” as informações são transmitidas em um grupo, especialmente ao comparar diferentes processos sociais de aprendizado. Os dados disponíveis sugerem que o conhecimento botânico em uma comunidade rural é adquirido principalmente pela prática, quando os indivíduos executam as atividades diárias (Zarger & Stepp 2004; Lozada *et al.* 2006; Mesoudi & Whiten 2008; Reyes-Garcia *et al.* 2009). Muitos autores afirmam que o conhecimento popular é transmitido essencialmente por via oral, sendo, contudo, necessário investigar outras formas de transferência. Por exemplo, a literatura de cordel é um estilo literário amplamente conhecido e difundido no nordeste brasileiro, contexto em que as poesias estão presentes em pequenos livretos que são vendidos nas feiras e ruas, sempre fixados em cordas (recebendo, por isso, o nome de cordel). São poemas populares que registram os saberes, as práticas, os valores, os mitos e as lendas do universo popular, constituindo, portanto, um

exemplo cabal de transferência de conhecimento escrito. A esse respeito, vale citarmos os versos de João Martins de Athayde, publicados no livro “O Testamento da Cigana Esmeralda”: *“sonhar com hortelã-pimenta, é um sonho vaidoso, quer dizer que tem mulher, de cabelo volumoso, para prender os homens, num laço muito cheiroso”*.

A transmissão do conhecimento em estudos de etnobiologia

A maioria dos trabalhos que discutimos anteriormente abordava a transmissão do conhecimento a partir de modelos matemáticos ou dados empíricos de natureza variada. Entretanto, o aprendizado social também foi alvo de investigações etnobiológicas (por exemplo, Frazão-Moreira 1997; Ladio & Lozada 2004; Garcia 2006; Lozada *et al.* 2006; Reyes-Garcia *et al.* 2009; Tehrani & Collard 2009). Quais seriam as contribuições desses estudos para a compreensão da evolução cultural? Alguns estudos focam simplesmente a descrição do processo, geralmente respondendo perguntas do tipo “quando”, “como” e “de quem” se aprende. Lozada *et al.* (2006), por exemplo, descreveram a transmissão do conhecimento sobre plantas medicinais e alimentícias, focalizando os seguintes aspectos: quando e onde o informante iniciou o uso dos recursos vegetais; quem ensinou a ele esse saber; e, ainda, onde e como foram lecionados os recursos. Outras investigações, além de descrever, testaram hipóteses sobre os mecanismos de transmissão. Em duas comunidades, uma na Tailândia e outra na Argentina, Ladio & Lozada (2004) e Srithi *et al.* (2009), respectivamente, testaram se a erosão do conhecimento se deve a falhas na transmissão das informações. Assim, em princípio, duas são as abordagens nos estudos de transmissão: descrições do processo ou descrições do processo com o teste de hipóteses.

No entanto, poucos são os exemplos de investigações etnobiológicas que discutem seus posicionamentos utilizando-se do acúmulo teórico existente sobre evolução cultural. Um exemplo cabal é a investigação de Garcia (2006) sobre a transmissão do conhecimento e o uso de alimentos silvestres entre os Paniya. A autora concluiu que existe retroalimentação positiva e negativa na transferência desse saber – as mães ensinam porque acham que as plantas silvestres são “bons alimentos” e “saudáveis”,

mas, ao mesmo tempo, atribuem um valor pejorativo ao uso desses recursos, pois, localmente, são associados à pobreza. Esse é um exemplo de *trade off*, ou seja, de conflito entre a esfera biológica e a cultural, que pode ser o pilar para uma grande discussão evolutiva. Qual é a dinâmica evolutiva desse conhecimento que é biologicamente básico (plantas para a alimentação) e culturalmente descartável? A tendência é que essas informações se perpetuem ou se percam ao longo do tempo? Qual esfera é mais determinante no processo de transmissão: a demanda biológica ou os valores culturais? Porém, apesar da importância dessa retroalimentação na transmissão do conhecimento, nenhuma discussão foi feita a partir de uma perspectiva evolutiva.

Reyes-Garcia *et al.* (2009) avançaram nesse sentido, pois utilizaram-se do acúmulo teórico existente para sugerir como será a evolução cultural do grupo estudado. Em seu texto, os autores evidenciaram que a via oblíqua de transmissão é bastante importante entre os Tsimane da Amazônia Boliviana. Como conclusão, apontaram: “...pesquisas sugerem que a transmissão oblíqua, envolvendo muitos demonstradores para um aprendiz, tendem a gerar uma alta uniformidade dentro de um grupo social, enquanto permite mudanças culturais entre as gerações. Se, como os nossos dados sugerem, os Tsimane favorecem a via oblíqua para a transmissão do conhecimento cultural, então é esperado uma mudança uniforme na sociedade Tsimane. Além do mais, esta dependência crescente na transmissão oblíqua produz uma difusão de inovações mais rápidas no conhecimento etnobotânico se a transmissão vertical fosse favorecida”. Tendo isso em vista, podemos fazer um exercício de reconhecer as descobertas de Reyes-Garcia *et al.* (2009) na figura 2. Outro exemplo é o estudo de Tanaka *et al.* (2009) que, apesar de ser meramente matemático, embasou-se na dinâmica de transmissão para responder o porquê de os traços mal-adaptativos permanecem nos sistemas culturais. Em resumo, Tanaka *et al.* (2009) utilizaram as predições e os modelos de transmissão para responder a uma pergunta real com fortes implicações evolutivas.

Não pretendemos, aqui, desmerecer ou desqualificar os estudos atualmente existentes, apenas pontuar que existe uma grande discussão sobre evolução cultural que ainda não foi incorporada nas investigações etnobiológicas. É necessária uma aproximação teórica que ultrapasse a

descrição das vias de transmissão do conhecimento e inclua, por exemplo, as implicações evolutivas das diferentes estratégias de aprendizado.

Considerações finais

O principal objetivo deste capítulo foi caracterizar os humanos como seres que manejam informações oriundas de três diferentes fontes: genética, aprendizado individual e transmissão social. A transmissão social permite o estabelecimento de um sistema cultural que, nos seres humanos, estabelece-se mediante processos cognitivos únicos e atinge maior grau de complexidade. Portanto, a transferência de informações é um processo elementar para compreender a natureza humana, bem como a evolução das culturas, pois permite a difusão e a fixação dos traços a partir da seleção cultural.

Por ter o conhecimento local como um dos principais objetos de estudo, a etnobiologia pode contribuir fortemente para esclarecer a dinâmica da socialização de informações e, conseqüentemente, da evolução cultural. Entretanto, como evidenciamos, a discussão sobre esse aspecto teórico ainda é incipiente, já que as investigações hoje existentes, apesar de descreverem os processos em si, carecerem de uma forte aproximação das teorias que explicam a variação espacial e temporal dos traços culturais. Faz-se necessário, então, um programa que norteie os esforços investigativos na etnobiologia a fim de construir generalizações e teorias sobre a transmissão do conhecimento local e sua evolução.

Referências

- Boesh C, Tomasello M. 1998. Chimpanzee and human cultures. *Current Anthropology* 39: 591-601.
- Boyd R, Richerson PJ. 1995. Why does culture increase human adaptability. *Ethology and Sociobiology* 16: 125-143.
- Boyd R, Richerson PJ, Borgerhoff-Mulder M, Durham WH. 1997. Are Cultural Phylogenies Possible? In: Weingart P, Richerson PJ, Mitchell SD, Maasen S. (eds.). *Human by Nature, Between Biology and the Social Sciences*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates. p.355-386.

- Boyd R, Richerson PJ. 2005. The origins and evolution of human culture. Oxford, Oxford University Press.
- Cavalli-Sforza LL, Feldman M. 1981. Cultural transmission and evolution: A quantitative approach. Princeton, Princeton University Press.
- Collard M, Shennanb SJ, Tehrani JJ. 2006. Branching, blending, and the evolution of cultural similarities and differences among human populations. *Evolution and Human Behavior* 27: 169–184.
- Enquist M, Eriksson K, Ghirlanda S. 2007. Critical Social Learning: A Solution to Rogers's Paradox of Non adaptive Culture. *American Anthropologist* 109: 727–734.
- Frazão-Moreira A. 1997. Meninos entre árvores e lianas – aprendizagem do mundo e das plantas pelas crianças Nalu (Guiné-Bissau). *Educação, Sociedade e Culturas* 7: 75-108.
- Garcia GSC. 2006. The mother – child nexus. Knowledge and valuation of wild food plants in Wayanad, Western Ghats, India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2: 39-45.
- Greenhill SJ, Currie TE, Gray RD. 2009. Does horizontal transmission invalidate cultural phylogenies? *Proceedings of the Royal Society B* 276:2299-2306.
- Henrich J, Boyd R. 1998. The evolution of conformist transmission and the emergence of between-group differences. *Evolution & Human Behavior* 19: 215-242.
- Hewlett BS, Cavali-Sforza LL. 1986. Cultural transmission among Aka Pygmies. *American Anthropologist* 88: 922-934.
- Heyes CM. 1994. Social learning in animals: Categories and mechanisms. *Biological Review* 69: 207-231.
- Ladio A, Lozada M. 2004. Patterns of use and knowledge of wild edible plants in distinct ecological environments: a case study of a Mapuche community from northwestern Patagonia. *Biodiversity and Conservation* 13: 1153–1173.
- Laland KN. 2004. Social learning strategies. *Learning & Behavior* 32: 4-14.
- Lozada M, Ladio A, Weigandt M. 2006. Cultural transmission of ethnobotanical knowledge in a rural community of northwestern Patagonia, Argentina. *Economic Botany* 60: 374–385.
- Mace R. 2005. Introduction: a phylogenetic approach to the evolution of cultural diversity. In: Mace R, Holden CJ, Shennan S. (eds.). *The evolution of cultural diversity: a phylogenetic approach*. INC, Left Coast Press.
- Maturana RH, Varela FJ. 2007. *A árvore do conhecimento. As bases biológicas da compreensão humana*. 6 ed. São Paulo, Palas Athena.
- McElreath R, Strimling P. 2008. When natural selection favors imitation of parents. *Current Anthropology* 49: 307–316.
- Medeiros PM, Soldati GT, Alencar NL, Vandebroek I, Pieroni A, Hanazaki N, Albuquerque UP. 2012. The Use of medicinal plants by migrant people: adaptation, maintenance, and replacement. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 1-11.

- Mesoudi A, Whiten A, Laland K. 2006. Towards a unified science of cultural Evolution. *Behavioral and Brain Sciences* 29: 329–383.
- Mesoudi, A. 2007. A Darwinian theory of cultural evolution can promote an evolutionary synthesis for the social sciences. *Biological Theory* 2: 263–275.
- Mesoudi A. 2011. *Cultural evolution: how Darwinian theory can explain human culture & synthesize the social sciences*. Chicago, University Chicago Press.
- Mesoudi A, Whiten A. 2008. The multiple roles of cultural transmission experiments in understanding human cultural evolution. *Philosophical Transaction* 363: 3489–3501.
- Nairne JS, Pandeirada JNS, Thompson SR. 2008. Adaptive memory the comparative value of survival Processing. *Psychological Science* 19: 176-180.
- Nascimento VT, Vasconcelos MAS, Maciel MIS, Albuquerque UP. 2012. Famine foods of Brazil seasonal dry forests: Ethnobotanical and nutritional aspects. *Economic Botany* 66: 22-34.
- Rendell L, Boyd R, Cownden D, Enquist M, Eriksson K, Feldman MW, Fogarty L, Ghirlanda ST, Lillicrap T, Laland KN. 2009. Why Copy Others? Insights from the social learning strategies tournament. *Science* 328:1-6.
- Rendell L, Fogarty L, Laland KN. 2010. Rogers' paradox recast and resolved: population structure and the evolution of social learning strategies. *Evolution* 64: 534–548.
- Reyes-Garcia V, Molina JL, Broesch J, Calvet L, Fuentes-Pelaez N, McDade TW, Parsa S, Tanner S, Huanca T, Leonard WR, Martinez-Rodriguez MR. 2009. Cultural transmission of ethnobotanical knowledge and skills: an empirical analysis from an Amerindian society. *Evolution and Human Behavior* 30:1-12.
- Richerson PJ, Boyd R. 2005. *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Rogers AR. 1988. Does Biology Constrain Culture? *American Anthropologist* 90:819–831.
- Srithi K, Balslev H, Wangpakapattanawong P, Srisangac P, Trisonth C. 2009. Medicinal plant knowledge and its erosion among the Mien (Yao) in northern Thailand. *Journal of Ethnopharmacology* 123: 335–342
- Tanaka MM, Kendal JR, Laland KN. 2009. From Traditional Medicine to Witchcraft: Why medical treatments are not always efficacious. *PLoS ONE* 4:5192- 5201.
- Tehrani JJ, Collard M. 2009. On the relationship between interindividual cultural transmission and population-level cultural diversity: a case study of weaving in Iranian tribal populations. *Evolution and Human Behavior* 30: 286–300.
- Zarger RK, Stepp JR. 2004. Persistence of Botanical Knowledge among Tzeltal Maya Children. *Current Anthropology* 45: 413-419.

CAPÍTULO 10

Resiliência e adaptação em sistemas socioecológicos

Washington Soares Ferreira Júnior, André Luiz Borba Nascimento, Marcelo Alves Ramos, Patrícia Muniz de Medeiros, Gustavo Taboada Soldati, Flávia Rosa Santoro e Ulysses Paulino de Albuquerque



ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:

<https://youtu.be/2C0tcA-EZXQ>



Na maioria dos animais, os comportamentos estão prioritariamente codificados nos genes, mas, em humanos, as características comportamentais que conferem maior aptidão podem ter, além de sua origem genética, uma natureza cultural (Heinrich & McElreath 2003; Boyd & Richerson 2006). É na espécie humana que os sistemas culturais mais acumulam modificações ao longo do tempo, de modo que a cultura exerce forte papel em nossa sobrevivência (Cheverud & Cavalli-Sforza 1986; Rendell *et al.* 2009).

As pessoas apropriam-se do ambiente de maneira a conhecer os recursos dos quais dependem, formando um conjunto de conhecimentos e práticas que permitem com que vivam em diferentes condições ambientais (Berkes *et al.* 2000). A discussão sobre a adaptação humana ao ambiente pode ser pensada também nos estudos etnobiológicos, no sentido de entender quais características favorecem a manutenção de práticas, conhecimentos, valores e crenças que garantem a sobrevivência das pessoas em contextos de adversidade (ver Ladio & Lozada 2008; Berkes & Ross 2013). O tema é bastante pertinente, uma vez que populações humanas estão sujeitas a diversos distúrbios, os quais afetam a ordem ambiental (como desmatamentos) e cultural (por exemplo, a presença de postos de saúde junto a populações que mantiveram, ao longo de sua história, um sistema médico tradicional). Tais fatores nos colocam diante do desafio de compreender como os humanos se comportam ante mudanças, sejam ambientais, sejam culturais. Para entender, então, todo esse dinamismo, alguns conceitos são extremamente importantes: os conceitos de sistemas, estabilidade, resiliência e distúrbio e o próprio conceito de adaptação.

O conceito de sistemas

Para entender o conceito de sistemas, podemos desdobrá-lo em uma ordem lógica e, a fim de facilitar a compreensão, tomar como exemplo uma floresta e alguns de seus componentes ambientais, como nutrientes e água. O conceito de sistema refere-se a um conjunto de componentes individualizados que apresentam relações mútuas e complementares

capazes de serem analisadas pela ciência. Esses componentes, também denominados elementos, seriam as unidades individuais básicas para a estruturação de um sistema (Odum & Barrett 2004). No exemplo proposto, os componentes da floresta – espécies vegetais e animais, bactérias, nitrogênio, fósforo e água – conectam-se entre si e possuem funções no sistema. Essas funções são as atividades necessárias ao estabelecimento e à manutenção de um sistema (no caso, a floresta), que podem ser exercidas por um ou mais elementos desde que estes apresentem as características básicas necessárias à execução de determinada função (como, por exemplo, a polinização, a decomposição e a dispersão). Assim, um processo pode ser executado por um ou mais componentes, como é o caso da decomposição de matéria orgânica, que é feita por diversas espécies de fungos ou bactérias, uma vez que estas apresentam características que as habilitam a ocupar e realizar a função “decomposição”.

Entretanto, a interação entre os elementos de um sistema acaba por gerar características adicionais não detectáveis nos seus componentes individualizados, características conhecidas como propriedades emergentes (Odum & Barrett 2004; Maturana & Varela 2007). Dessa forma, um sistema agrega as propriedades particulares de suas partes integrantes e as características adicionais resultantes da interação dessas partes. No exemplo em que estamos nos pautando, a relação entre plantas, animais e nutrientes, permeada pelas funções realizadas por cada um desses elementos, concebe propriedades hierarquicamente maiores, típicas e exclusivas dos sistemas enquanto um todo, como diversidade, riqueza, produtividade e ciclagem de nutrientes, ou seja, características emergentes da própria organização sistêmica.

Pode-se considerar, então, que o sistema estabelece uma dinâmica de funcionamento sustentada pelas funções que realiza e pelas propriedades emergentes que concebe. O conjunto dos componentes, das funções e das propriedades emergentes de um sistema em determinado tempo pode ser denominado estado de domínio ou estado de equilíbrio. Nós podemos fazer uma distinção entre a estrutura e a organização de um sistema. A adoção do primeiro termo indica um estudo que foca o conjunto dos processos existentes no sistema e os componentes nominais que realizam suas funções. Já a adoção do segundo termo implica uma perspectiva que

considera apenas a relação entre as funções que se realizam na organização sistêmica, independentemente de elas serem efetuadas pelo componente A, B ou C.

Em resumo, reconhece-se um sistema como um conjunto de elementos individualizados e, portanto, distinguíveis, mas interconectados entre si pelas funções que exercem, de modo que as ligações entre as partes constroem, em um nível hierarquicamente maior e mais abrangente, uma unidade coesa e dinâmica (ver Odum & Barrett 2004). Tudo que esteja fora desse conjunto do estado de domínio é chamado de ambiente¹⁶, e as relações que existem entre os sistemas e seus ambientes caracterizam aqueles como fechados ou abertos. Enquanto os sistemas fechados apresentam um total isolamento em relação ao ambiente os abertos influenciam as características ambientais e por elas são influenciados. É para sistemas abertos que os conceitos de resiliência e adaptação podem ser aplicados (Trzesniak *et al.* 2012).

Independentemente de um sistema ser aberto ou fechado, ele apresenta mecanismos que gerenciam o seu funcionamento, ou melhor, a sua estabilidade, conhecidos como laços de retroalimentação (*feedbacks*) (Odum & Barrett 2004). Existem dois tipos de mecanismos de retroalimentação: positivos e negativos. *Feedbacks* negativos atuam no sentido de manter o estado de domínio do sistema, ou seja, de garantir sua ordem, organização e estrutura. *Feedbacks* positivos, por sua vez, também conhecidos como distúrbios, tendem a desconstruir o equilíbrio do sistema, incitando uma nova organização. Os sistemas são afetados por diferentes distúrbios ao longo de sua história, ou seja, por eventos que ameçam seu funcionamento e, conseqüentemente, sua identidade, como, por exemplo, um evento físico relacionado a catástrofes ambientais ou flutuações climáticas. Assim, os *feedbacks* negativos negam a mudança de estado

16 Nesta obra, utilizamos o conceito de ambiente como entendido na física, ou seja, como tudo o que está além dos limites de um sistema e, logo, não faz parte dele. Se o sistema estudado for uma pessoa, então o contexto familiar e social pode ser considerado ambiente. Caso o sistema for um fragmento de vegetação, todos os fatores externos ao fragmento estão associados ao seu ambiente, como as pessoas que vivem ao redor do fragmento e que dependem deste para sua subsistência.

por fortalecer a estabilidade do sistema, e os *feedbacks* positivos incitam novas organizações ao desestabilizar o sistema.

O conceito de sistemas no contexto da etnobiologia

Considerando que os estudos etnobiológicos buscam estudar as relações entre grupos humanos e seus ambientes, podemos observar que existem dois sistemas envolvidos: o ecológico e o cultural. O primeiro é composto dos organismos que nele vivem e das relações estabelecidas por esses organismos entre si e destes com o ambiente externo. O segundo é formado de um conjunto de conhecimentos, práticas e crenças pertencente a determinado grupo humano. Por terem uma natureza aberta, os dois sistemas interagem fortemente, sendo denominados sistemas socioecológicos (Berkes & Folke 1998). Como resultado dessa íntima ligação, há uma dependência mútua entre os dois sistemas, o que produz uma contínua modificação e, principalmente, um ajustamento entre suas estruturas e sua organização, evidenciando uma relação coevolutiva entre eles.

Utilizamos essa concepção de sistemas socioecológicos a fim de transpor os conceitos apresentados no item anterior para o contexto da etnobiologia. Entretanto, com fins meramente ilustrativos, consideraremos apenas pessoas de um grupo social e plantas com potencial terapêutico como componentes desse sistema, cada qual com suas propriedades inerentes e, portanto, individualizadas. A união desses elementos constrói um conjunto de funções e outras propriedades emergentes, de forma que podemos nomear esse sistema como um sistema médico local. Vejamos, então, as funções exercidas pelas pessoas e plantas. De um lado, as pessoas manejam a paisagem e constroem quintais e hortas, importantes locais para o cultivo de plantas medicinais. Esse manejo deve ser entendido como um processo realizado pelas pessoas que as conecta com os recursos vegetais. As plantas, de outro lado, potencialmente apresentam funções terapêuticas, como “curar doenças do sistema gastrointestinal” ou “curar verminoses”, funções essas que podem ser mantidas por uma espécie ou por um conjunto de espécies. Diante disso, imaginemos a necessidade de curar a gripe, isto é, a função “curar gripe”, que tem o potencial de ser realizada pelas plantas “hortelã”, “menta”, “capim-santo”

e “erva-cidreira”, separadamente ou conjuntamente em um único preparado. A função só será realizada se existir um elemento com as características básicas necessárias para que isso aconteça. Em qualquer intervalo temporal, esse sistema médico local terá um estado de equilíbrio, uma organização e uma estrutura específica. Evidentemente, apresentará *feedbacks* negativos, como crenças que reafirmarão as práticas locais, e *feedbacks* positivos, como o aparecimento de novas doenças que afetam a estrutura de sistemas culturais.

Nesse sentido, os sistemas socioecológicos não têm uma natureza estritamente física e, por serem fortemente influenciados pelo ambiente, são compreendidos como abertos. Em uma situação de carência de recursos, por exemplo, o sistema ecológico pode gerar pressões sobre determinada comunidade local, devido, evidentemente, à ausência de elementos básicos à sobrevivência dessa comunidade. Contudo, as pessoas pertencentes a esse grupo podem utilizar diferentes estratégias de manejo para adequar o contexto ambiental às suas demandas, ou seja, usar diferentes estratégias para lidar com as pressões (ver Berkes *et al.* 2000; Walker & Salt 2006).

Na realidade, o sistema médico local que utilizamos como exemplo de sistemas socioecológicos foi recentemente empregado na etnobiologia em decorrência de sua apropriação da antropologia médica. Para compreender o que esses sistemas representam, assumimos que as doenças, ao longo da história humana, têm influenciado a estrutura e a evolução de culturas, agindo como força significativa na seleção natural, uma vez que muitas características culturais são respostas adaptativas à prevenção e ao tratamento de doenças (Dunn 1976; Brown 1987). Nesse sentido, os grupos humanos têm construído sistemas médicos formados de um conjunto de conceitos e práticas em relação à saúde e doença, nos quais a percepção de doenças e os costumes estão articulados às estratégias de tratamento escolhido (Jain & Agrawal 2005). Esses sistemas congregam as percepções locais de causa das doenças, o reconhecimento dos sintomas das diferentes enfermidades pelo grupo humano e as estratégias e alternativas empregadas para o tratamento, incluindo o conjunto de elementos utilizados nos processos de cura (espécies vegetais, animais, entre

outras) e a avaliação dos resultados de cada uma das estratégias de tratamento disponíveis (ver Kleinman 1978; Bhasin 2007).

Entendendo os conceitos clássicos de resiliência

É importante deixar claro que diversos conceitos têm sido formulados para designar a ideia de resiliência, já que este é um termo utilizado nas mais distintas áreas do conhecimento. De modo geral, é possível distinguir duas compreensões para resiliência: a) a de que existe uma estabilidade global que o sistema deve atingir para permanecer resiliente; e b) a de que existem múltiplos domínios de estabilidade, de forma que o sistema pode atingir diferentes configurações dentro de um mesmo domínio.

Antes de apresentar tais compreensões, necessitamos introduzir o conceito de estabilidade, muitas vezes confundido com o conceito de resiliência. Um sistema pode ser considerado estável quando está em equilíbrio ou próximo a um estado de equilíbrio. Em outras palavras, quanto menor forem as flutuações ocorrentes em um sistema, maior será a sua estabilidade (Holling 1973). Quando nos referimos a domínios de estabilidade, estamos tratando de uma amplitude de estados (configurações) em que um sistema pode existir, atingindo ou não o equilíbrio. Tal amplitude é definida pelas variáveis e pelos processos que controlam o sistema (Gunderson 2000).

Uma região semiárida florestal, por exemplo, pode ser desmatada e utilizada para atividades agrícolas. Em um primeiro momento, é possível que, ao ser abandonada, essa área retorne ao seu domínio de estabilidade, constituindo novamente uma floresta. No entanto, caso a atividade agrícola, somada às práticas locais (uso do fogo), leve o solo à exaustão, a região pode sofrer um processo de desertificação e não mais voltar ao domínio de estabilidade florestal. Nesse caso, a área iria reorganizar-se em um novo domínio de estabilidade, formado de poucas espécies tolerantes a essa condição desértica (ver Gunderson 2000 para mais exemplos).

Assim, a diferença básica entre os dois entendimentos sobre resiliência é que o primeiro assume a necessidade da estabilidade, enquanto o segundo assume uma amplitude de estados dentro do mesmo domínio de

estabilidade. No primeiro caso, a resiliência vem sendo entendida como a capacidade de um sistema de retornar ao seu equilíbrio após uma perturbação (Holling 1996), podendo ser relacionada com o quanto o sistema se afastou do seu equilíbrio e com o tempo necessário para que retorne a esse equilíbrio, tempo esse que pode ser escalonado em unidades temporais. Tal ideia é fortemente influenciada pelas engenharias, que necessitam desenhar sistemas com um único “objetivo operacional”. Por isso, essa designação de resiliência também é conhecida como *engineering resilience* (Holling 1996).

No segundo caso, assume-se que um sistema pode estar em constante mudança e raramente atingir um estado de equilíbrio. De acordo com as premissas desse segundo caso, um sistema pode existir em amplos domínios de estabilidade, sem necessariamente alcançar um estado estável, e a resiliência está relacionada com a magnitude do distúrbio que pode ser absorvido sem que o sistema redefina as variáveis e processos que o governam (Gunderson 2000). Em outras palavras, quanto maior for a amplitude (capacidade de absorção de distúrbios) do domínio de estabilidade em que um sistema se encontra, maior será sua resiliência. Dessa forma, as vulnerabilidades do sistema estariam ligadas com a sua passagem para outro domínio de estabilidade.

Sendo assim, qual das duas noções de resiliência melhor se aplica ao estudo de sistemas socioecológicos? Para responder a essa pergunta, é preciso fazer referência às principais influências desses estudos: os próprios sistemas ecológicos. Apesar de discordâncias até hoje existentes, de modo geral, é notório o caráter inevitável da presença de múltiplos domínios de estabilidade em sistemas socioecológicos. Dessa forma, considerando a herança ecológica e a própria natureza desses sistemas, avaliaremos, daqui em diante, a ideia de resiliência atrelada à existência de múltiplos domínios de estabilidade.

Embora os conceitos mais populares de resiliência abordados anteriormente tragam à tona seu caráter conservativo (de absorver distúrbios mantendo sua função original), o estudo dos sistemas socioecológicos tem sugerido um novo olhar para a resiliência, relacionado à capacidade de renovação, reorganização e desenvolvimento desses sistemas (Folke 2006). Segundo essa lógica, em um sistema resiliente, o distúrbio torna-se

um potencial para a criação de oportunidades e inovações (Folke 2006). Dependendo da perspectiva adotada, a resiliência pode, portanto, indicar tanto um sistema que mantém suas características e propriedades diante de um distúrbio quanto a capacidade desse sistema de se transformar, mudando completamente suas características (Walker & Salt 2012), estratégia esta conhecida como transformabilidade. Ambas as estratégias podem levar a uma adequação do sistema às condições do distúrbio.

Ao abordar o conceito de resiliência no sentido de o sistema absorver distúrbios, não estamos afirmando que não há mudanças no sistema. É necessário que existam mudanças no sistema dentro de limites que permitam a sua manutenção em dado domínio de estabilidade. Nesse caso, além da transformabilidade, existem outras propriedades do sistema que podem favorecer a resiliência, pois representam respostas deste ao distúrbio, como a flexibilidade e o ajuste. A flexibilidade e o ajuste estão relacionados ao número de possibilidades que um sistema apresenta para responder a um distúrbio, aumentando, assim, a amplitude de escolha e a solução para o estresse, o que impede esse sistema de perder sua identidade funcional, favorecendo, então, a resiliência (ver Walker & Salt 2012). Para exemplificar como as ideias de resiliência e flexibilidade podem ser aplicadas a sistemas socioecológicos, citamos o caso a seguir. Os agricultores da Península Ibérica têm incorporado, ao longo do tempo, variedades comerciais de plantas cultivadas que são produtos da agricultura moderna. Contudo, esses agricultores também mantêm variedades locais que fazem parte de sua tradição, de modo que as pessoas que detêm um alto conhecimento sobre as variedades comerciais também possuem um maior conhecimento das variedades locais (ver Reyes García *et al.* 2014). Esse exemplo mostra que os dois tipos de informações (variedades comerciais e locais) não são excludentes entre si e que o sistema socioecológico envolvendo o conhecimento desses agricultores tem sido resiliente ao incorporar mudanças (variedades comerciais) e, ao mesmo tempo, manter o corpo de conhecimento associado com as variedades locais (Reyes García *et al.* 2014). Além disso, essa situação também pode favorecer a resiliência do sistema por aumentar a flexibilidade de respostas diante de perturbações futuras, uma vez que as pessoas detêm conhecimento acerca de variedades tanto comerciais quanto locais.

As interpretações de resiliência nos estudos etnobiológicos

Os estudos etnobiológicos têm o potencial de fornecer importantes contribuições para o entendimento de quais características poderiam levar à resiliência de sistemas socioecológicos. No entanto, é preciso salientar que os estudos nessa área têm interpretado a ideia da resiliência de diversas maneiras, cada uma com distintas implicações teóricas e práticas. Separamos tais interpretações em três conjuntos básicos: estruturalista, funcionalista e processual. Para exemplificá-los, manteremos o caso hipotético de um sistema médico composto de uma comunidade local que utiliza várias plantas disponíveis no ambiente para diversos usos medicinais.

1) Interpretação estruturalista da resiliência: segundo essa interpretação, distúrbios que causam fortes mudanças estruturais implicariam a perda de resiliência e a passagem do sistema para um novo domínio de estabilidade. Tal interpretação não leva em conta a premissa de que, para que o sistema mude sua identidade, precisa sofrer mudanças funcionais. No entanto, apesar de sua aparente dissonância com os conceitos clássicos de resiliência, essa interpretação está implícita em muitos estudos etnobiológicos, especialmente quando atribuem a perda de resiliência de um sistema médico local ao ingresso de espécies exóticas ou de medicamentos alopáticos.

2) Interpretação funcionalista da resiliência: de acordo com essa interpretação, para que o sistema siga sob um domínio de estabilidade, é preciso que suas funções sejam mantidas, mesmo que haja fortes mudanças estruturais, ou seja, mudanças nos componentes do sistema. Para exemplificar essa ideia, consideremos que o nosso sistema médico hipotético possui dez espécies utilizadas pela comunidade para o tratamento de dor de cabeça e que essas espécies, conseqüentemente, compartilham uma mesma função no sistema: tratar “dores de cabeça”. Caso algum distúrbio, como o desmatamento, leve ao desaparecimento de uma espécie dessa categoria, as pessoas podem utilizar as espécies restantes para cumprir a função da espécie perdida. Essa característica demonstra a flexibilidade do sistema, a qual favorece sua resiliência (Ladio & Lozada 2008). Nesse aspecto, o sistema conseguiu absorver o distúrbio sem modificar suas funções, ou seja, sua identidade, embora houvesse modificação do

número e da composição de espécies. Com base nesse exemplo hipotético e na interpretação funcionalista, podemos afirmar que o sistema médico local baseado no uso de plantas se mostrou resiliente perante o distúrbio. No entanto, considerando que a noção de resiliência segundo a ótica funcionalista está relacionada à manutenção de funções do sistema, concluímos que o abandono do uso de plantas, conjugado à utilização de medicamentos alopáticos, não levaria o sistema médico a outro domínio de estabilidade, uma vez que a principal função do sistema (a cura) estaria garantida.

3) Interpretação processual da resiliência: esse caso representa um meio termo entre as duas interpretações anteriormente citadas. Por um lado, mudanças estruturais não seriam suficientes para a perda de resiliência e para o ingresso do sistema em um novo domínio de estabilidade. Por outro lado, a manutenção das funções do sistema também não seria suficiente para garantir sua resiliência. Sob essa perspectiva, para que não haja mudanças no domínio de estabilidade do sistema, é necessário que este mantenha, além de suas funções, os processos que regem essas funções. Se recorrermos aos exemplos anteriormente mencionados, a perda de uma espécie para curar “dor de cabeça” não provocaria perda de resiliência, uma vez que a função do sistema foi mantida e ele continuaria regido pelos mesmos processos baseados nas concepções tradicionais de saúde e doença, nos seus métodos de diagnóstico, na seleção de produtos (como plantas) para a cura etc. O próprio ingresso de medicamentos alopáticos no sistema não implicaria necessariamente uma mudança para um novo domínio de estabilidade. Assim, a coexistência da medicina tradicional com a ocidental poderia, ainda, manter o sistema no domínio de estabilidade supracitado, desde que as funções do sistema não fossem alteradas e os processos que o regem continuassem os mesmos. De acordo com essa premissa, poderia inclusive haver uma completa substituição de plantas por alopáticos, caso os processos fossem mantidos. No entanto, pode ocorrer que o ingresso da medicina ocidental em um sistema médico tradicional acabe por alterar os processos que regem esse sistema. Os fatores preponderantes, que antes eram transmissão de conhecimento, experimentação e, por vezes, crenças e rituais relacionados à cura, são substituídos pela busca de um médico, que prescreve

medicamentos baseado em concepções da biomedicina. Segundo a ótica processual, considerando um sistema médico local resiliente, o ingresso de alopáticos não levaria necessariamente esse sistema a um novo domínio de estabilidade.

Fatores que podem interferir na resiliência: análise à luz da etnobiologia

A literatura etnobiológica ainda costuma tangenciar a temática da resiliência, teorizando sobre seus conceitos e sua importância sem, de fato, mencionar os fatores que aumentam a resiliência e os fatores que podem retirar um sistema socioecológico do seu domínio de estabilidade. Sugerimos, aqui, alguns fatores que merecem especial atenção e que podem interferir na resiliência desses sistemas.

1) Redundância utilitária: a noção de redundância utilitária toma como base as premissas da redundância funcional da ecologia, que estabelece que diversas espécies podem executar a mesma função em um ecossistema (Walker 1992). Assim, na ocasião de um distúrbio, cada uma pode responder de diferentes maneiras, sendo mais ou menos vulnerável, e essa diversidade de respostas contribui para a resiliência do ecossistema. Nesse sentido, a redundância utilitária está ligada ao número de espécies que compartilham determinada função utilitária em um sistema socioecológico, ou seja, que são utilizadas para o mesmo fim (Albuquerque & Oliveira 2007). Dessa forma, quanto maior for a redundância utilitária em um sistema socioecológico, maior será sua flexibilidade, o que contribui para sua resiliência, já que a perda de uma espécie não traria grandes danos ao sistema, uma vez que outras poderiam substituí-la.

2) Transmissão de conhecimento: a manutenção e diversificação dos sistemas socioecológicos têm um dos seus principais alicerces na transmissão da informação. Assim, espera-se que a troca de informações entre os membros de uma comunidade afete a resiliência do sistema como um todo, e não apenas do indivíduo. Isso sugere que uma alta redundância não necessariamente favorece a resiliência de um sistema socioecológico se essa redundância não for compartilhada entre os atores sociais (Ferreira

Júnior *et al.* 2013). Podemos exemplificar essa ideia tomando como base uma comunidade hipotética em que o conhecimento de determinadas práticas envolvendo recursos naturais esteja restrito a uma pessoa. Dessa maneira, caso essa pessoa morra antes de poder transmitir informações, quando estas se fizerem necessárias, a resiliência pode ser afetada.

3) Aspectos simbólicos e culturais: muitas vezes, a capacidade de um sistema de resistir a um estímulo externo (como, por exemplo, mudanças provindas de processos de urbanização e serviços públicos) depende de fatores culturais e simbólicos relacionados aos elementos, aos processos e às funções desse sistema. Há comunidades que não aceitam práticas culturais diferentes das próprias simplesmente por não acreditarem nas premissas que sustentam outras culturas. Medeiros *et al.* (2012), por exemplo, pautaram-se em muitos registros para afirmar que, apesar de estabelecerem um contato íntimo com um novo contexto ambiental, alguns povos migrantes mantêm vivo o seu sistema médico tradicional, desejando manter sua própria identidade. Em contrapartida, a influência da mídia e da crescente urbanização faz com que outras comunidades passem a aderir a outras medicinas, uma vez que, junto com estas, muitas vezes, é disseminado o pensamento de que as plantas “não curam” ou de que são menos eficientes. Assim, o mesmo distúrbio pode ter efeitos diferentes em distintos sistemas, a depender, também, das representações sociais e dos símbolos presentes em cada contexto.

Recentemente, alguns estudos etnobotânicos têm aplicado os conceitos de resiliência para entender alguns aspectos da relação entre pessoas e plantas. Por exemplo, as estratégias referentes ao uso de plantas medicinais por comunidades da Patagônia, na Argentina, que interagem com um ambiente árido, envolvem a utilização de plantas medicinais de diversos ambientes, devido à prática de migração dessas comunidades quando famílias migram com o gado para diferentes áreas de pastagem. Essa prática pode ser entendida como uma característica que favorece a resiliência dos sistemas locais por aumentar a flexibilidade desses sistemas quanto à utilização de plantas medicinais de diferentes ambientes (Ladio & Lozada 2008).

Processos adaptativos dos sistemas socioecológicos

A adaptação está relacionada com características que promovem vantagem para uma população, levando a um aumento no que se conhece como *fitness* adaptativo, ou seja, a um aumento no número de descendentes férteis de organismos estudados em um sistema ao longo das gerações (ver Jeanne 1998). No entanto, isso não significa dizer que adaptação é uma modificação ou resposta perfeitamente adequada ao ambiente; ao contrário, significa dizer que se trata de uma modificação adequada para contornar problemas ambientais, que ocorre com base na análise dos benefícios e custos presentes em um ambiente marcado por mudanças rápidas e contínuas (Dunn 1976; Wiley 1992). Todavia, do ponto de vista cultural, nem toda mudança pode levar a alterações no *fitness*, mas pode promover outro tipo de vantagem.

Um dos fenômenos biológicos essenciais para nos auxiliar a entender a evolução do componente cultural nos seres humanos é a plasticidade fenotípica. O fenótipo é a expressão de um genótipo em contato com o ambiente no qual se desenvolve. Nesse sentido, um fenótipo pode ser rígido em sua expressão (como, por exemplo, dois olhos e um nariz) ou flexível, dependendo do ambiente em que se desenvolve. Assim, as escolhas culturais podem ser entendidas como atributos flexíveis. Essa flexibilidade foi um passo na evolução humana que permitiu o desenvolvimento de múltiplas possibilidades comportamentais em várias instâncias da nossa vida. Esse atributo, fruto da evolução, é, portanto, essencial à condição humana.

Uma característica importante dos sistemas socioecológicos, que pode ser entendida à luz desses processos adaptativos, é o Conhecimento Ecológico Tradicional (CET, ou TEK em inglês). De acordo com Berkes *et al.* (2000), o CET pode ser definido como um conjunto de conhecimentos, práticas e crenças de pessoas sobre o ambiente ecológico, que é acumulativo ao longo de gerações e dinâmico e flexível diante das flutuações desse ambiente. É em função desse caráter cumulativo e adaptativo que esses saberes permitem que as pessoas se adaptem aos ambientes em que vivem (ver Berkes *et al.* 2000).

O caráter adaptativo de sistemas culturais pauta-se no fato de que informações benéficas sobre o ambiente passam de geração em geração, construindo o que se conhece como “reservatórios acumulativos de informação adaptativa”, em que populações humanas estocam os melhores esforços das mentes de gerações prévias (Boyd & Richerson 2006; Henrich & McElreath 2003). Além disso, essas informações que garantem maior aptidão são preferencialmente transmitidas a partir de um processo cognitivo conhecido como memória adaptativa (Nairne *et al.* 2008; Nairne & Pandeirada 2008; Nairne 2010). Um exemplo para essa propriedade do CET pode ser encontrado na diferença existente entre “conhecimento” e “uso efetivo”, uma vez que as pessoas não utilizam, necessariamente, todos os recursos registrados na memória. Segundo essa distinção, o conjunto de espécies indicadas como conhecidas, mas não utilizadas atualmente por uma comunidade, é nomeado “conhecimento de estoque”, enquanto que as espécies de fato utilizadas são reconhecidas como “conhecimento de massa” (Albuquerque 2006). Do ponto de vista evolutivo, o conhecimento de estoque pode ser uma estratégia de populações locais para garantir que suas demandas não sejam suprimidas pela inexistência de alternativas caso algum recurso se extinga localmente. Na ocorrência de um distúrbio que ameace a disponibilidade de espécies de “massa”, as espécies de “estoque” assumiriam a função das primeiras e entrariam no domínio das atualmente utilizadas, mantendo o sistema local, no caso, o uso de plantas medicinais, em funcionamento. Portanto, esse conhecimento beneficia a resiliência do sistema local, pois enriquece a redundância utilitária.

Outro exemplo que pode indicar o caráter adaptativo de conhecimentos cumulativos está no processo de escolha de espécies de uso medicinal por populações humanas. Por meio da experimentação, muitas vezes por tentativa e erro ao longo de gerações, as pessoas selecionam as melhores espécies para o tratamento de doenças (Dunn 1976). Desse modo, o conhecimento de que uma planta é útil no tratamento de alguma doença não é codificado nos genes, mas, mesmo assim, as novas gerações irão aprender essa informação a partir dos mecanismos de transmissão cultural (Henrich & McElreath 2003).

Em sistemas médicos locais, espécies são selecionadas para o uso medicinal com base em critérios que são passados ao longo de gerações, os quais podem ser encontrados em diversos locais do mundo. Muitos grupos humanos selecionam plantas com base, por exemplo, em propriedades organolépticas (Brett & Heinrich 1998; Ankli *et al.* 1999). Os critérios de seleção de plantas medicinais podem ter sido alvo da seleção natural para que diferentes culturas pudessem reconhecer e escolher espécies medicinais eficazes no tratamento de doenças ao longo de diferentes gerações (ver Johns 1990). Pessoas de diferentes comunidades locais, por exemplo, parecem identificar plantas medicinais com base em sua efetividade química. Um estudo a esse respeito mostrou que diversas comunidades do Nepal, na Nova Zelândia, e da região do Cabo, na África do Sul, tratam as mesmas condições terapêuticas com espécies relacionadas filogeneticamente. Embora as espécies sejam diferentes, as pessoas selecionam espécies evolutivamente próximas para o tratamento das mesmas doenças nas três grandes regiões estudadas, e, o que é mais importante, os grupos de plantas relacionados são os que apresentam maior número de espécies com atividade comprovada biologicamente (ver Saslis-Lagoudakis *et al.* 2012). Outro exemplo é encontrado na inclusão de espécies exóticas em farmacopeias tradicionais. A hipótese da diversificação em uma de suas predições busca explicar esse fenômeno ao afirmar que pessoas, ao longo do tempo, foram inserindo espécies exóticas em sistemas médicos para preencher lacunas terapêuticas (Albuquerque 2006; Alencar *et al.* 2010). Isso indicaria, então, que as espécies exóticas entram nas farmacopeias para diversificar o repertório de tratamento, adquirindo, assim, importante valor adaptativo para essas populações, uma vez que conseguem aumentar as opções de cura possíveis para o tratamento de doenças.

Mesmo que as espécies exóticas ingressem em sistemas médicos locais para substituir os usos de plantas nativas (em vez de diversificar), sua entrada pode representar um caráter adaptativo nesses sistemas. O que muitas vezes é visto como aculturação ou erosão de conhecimento pode, assim, significar uma escolha baseada nas vantagens adaptativas de algumas espécies exóticas (como maior eficiência, maior palatabilidade, menores distâncias percorridas para coleta etc.). Sob essa visão, se houve substituição de espécies nativas por exóticas em dado sistema médico, isso possivelmente

aconteceu porque, naquele momento, as plantas exóticas possuíam maiores vantagens para a população local em questão. Diante disso, podemos, contudo, questionar: e se no futuro as pessoas voltarem a precisar das plantas nativas e o conhecimento sobre estas já estiver perdido? Sim, isso pode acontecer. Porém, para não conferir valores positivos ou negativos às escolhas adaptativas, lembremos que é precisamente assim que opera a evolução. Pensando pela perspectiva da evolução biológica, uma população pode evoluir de maneira a apresentar atributos que são vantajosos para determinada situação ambiental. No entanto, se houver nova mudança drástica nas condições ambientais, as características obtidas via evolução poderão não ser mais úteis ou desejáveis, o que gerará novas pressões evolutivas. O mesmo pode ocorrer com um sistema médico local.

Além disso, parece que práticas locais têm alterado as forças seletivas do ambiente que atuam nos grupos humanos e, conseqüentemente, nos sistemas culturais (Wiley 1992). De certa forma, como na pressão de uso causada em espécies medicinais locais ou na domesticação de plantas (Monteiro *et al.* 2006; Albuquerque & Oliveira 2007), as práticas locais podem alterar paisagens ambientais e mudar as forças seletivas que agem sobre os recursos usados ou até mesmo sobre as próprias pessoas. A figura 1, exposta a seguir, demonstra essa inter-relação, utilizando como exemplo um sistema médico com suas características e o ambiente com o qual interage. Nesse sentido, podemos usar, por exemplo, a teoria da construção de nicho como um cenário teórico que avalia a modificação de ambientes por organismos a partir de um ponto de vista evolutivo. Essa teoria leva em consideração a capacidade que organismos possuem de modificar o ambiente de que dependem a ponto de alterar as pressões evolutivas, favorecendo a seleção de traços vantajosos para a perpetuação de sua própria espécie (Laland & Boogert 2010). No processo de domesticação de espécies, por exemplo, grupos humanos, ao longo do tempo, têm selecionado características de espécies a fim de favorecer suas necessidades de tal forma que, atualmente, espécies vegetais apresentarem modificações morfológicas para atender preferências humanas quanto ao uso alimentício (Parra *et al.* 2012).

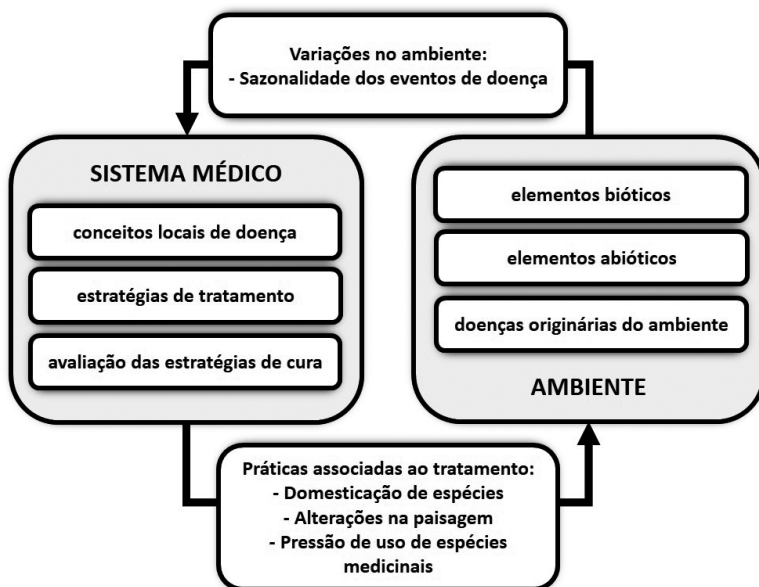


Figura 1. Esquema demonstrando as inter-relações entre um sistema médico e o ambiente no qual este está inserido. O esquema mostra que sistemas médicos, formados de um conjunto de conceitos locais de doenças associados com estratégias de tratamento e avaliações das práticas terapêuticas, podem alterar paisagens ambientais por meio da seleção e do uso de espécies medicinais ao longo do tempo. O ambiente é representado pelos elementos bióticos e abióticos, os quais podem ser interpretados como distúrbios do sistema médico. Determinadas mudanças nesse ambiente, com o passar do tempo, como mudanças climáticas e as próprias práticas locais que alteram a paisagem, podem favorecer o surgimento de doenças (perturbações) e, assim, influenciar o comportamento dos sistemas médicos.

Considerações finais

Ao considerar os conceitos e exemplos aqui indicados, percebemos o quanto o tema resiliência é complexo. A resiliência não pode ser diretamente medida pelas ferramentas de que atualmente dispomos, mas pode ser inferida indiretamente por meio das avaliações das características dos

sistemas. Nesse caso, tendo em vista as pesquisas já realizadas, podemos traçar algumas perguntas que podem direcionar futuras pesquisas:

1) Quais as principais estratégias presentes em sistemas socioecológicos que permitem a estes lidar com distúrbios? A partir dos estudos etnobiológicos realizados, podemos visualizar dois tipos de distúrbios principais: um que afeta as pessoas e os sistemas culturais diretamente, como doenças que ameaçam a saúde e o bem-estar das pessoas; e outro, representado por qualquer alteração ambiental, inclusive aquelas causadas pelos humanos, que leva à diminuição de espécies disponíveis que exerçam função no sistema. Em virtude desses distúrbios, quais estratégias foram selecionadas por diferentes grupos humanos a fim de aumentar a flexibilidade dos sistemas socioecológicos? A redundância pode ser uma delas, ocorrendo, por exemplo, quando determinada comunidade incorpora espécies exóticas em suas farmacopeias como uma estratégia para aumentar a flexibilidade de funções com poucos análogos funcionais.

2) Além dos distúrbios que afetam os sistemas culturais supracitados, pode haver uma imensa variedade de perturbações que afetam uma comunidade à qual os pesquisadores não têm acesso direto por observação. No entanto, o que as populações locais percebem como principal perturbação que afeta sua sustentabilidade? Focar as estratégias locais formuladas para lidar com o que a própria população interpreta como uma fonte de distúrbio pode ajudar a elucidar características importantes sobre sua resiliência, além de auxiliar no delineamento de estratégias governamentais para a conservação biocultural.

3) Considerando os trabalhos já feitos e acerca dos quais já se tem conhecimento, ainda não existem pesquisas que avaliem o efeito da perturbação nas diferentes funções de um sistema. Nesse sentido, tendo em vista que cada uso que fazemos de um recurso natural pode possuir uma dinâmica distinta, é lícito questionar: ante uma mesma perturbação, as funções podem manter-se no sistema por mecanismos distintos? Para observar esse fenômeno, é necessário que o distúrbio possa afetar diferentes funções, como ocorreria se várias espécies fossem inseridas em diferentes possibilidades utilitárias.

4) Neste capítulo, abordamos as funções que os recursos biológicos exercem dentro de sistemas socioecológicos. Além da redundância, os

ecólogos percebem a diversidade funcional como uma das características necessárias para a estabilização de sistemas ecológicos em seus ambientes. Então, ao compararmos comunidades locais de diferentes sistemas, quais ambientes favoreceriam o aparecimento de maior diversidade de função e redundância utilitária?

Para responder a algumas dessas perguntas, investigações de longa duração seriam mais apropriadas. Estudos pontuais, com escalas temporais muito pequenas, dificilmente permitem inferir algo sobre mecanismos de resiliência em sistemas socioecológicos. Embora isso não inviabilize pesquisas desse tipo acerca do tema, limita a interpretação dos fenômenos em questão.

Referências

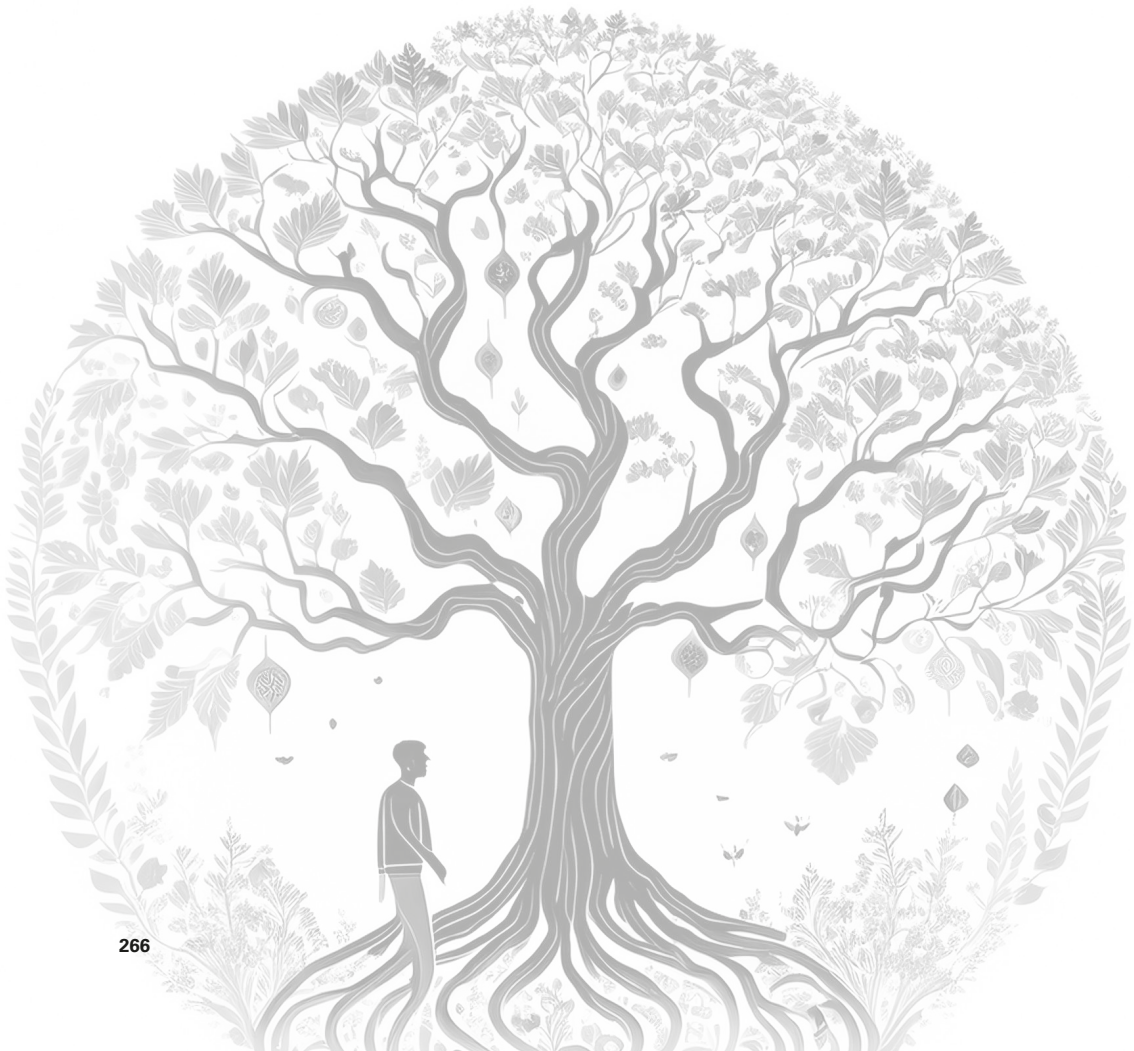
- Albuquerque UP. 2006. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2:30.
- Albuquerque UP, Oliveira RF. 2007. Is the use-impact on native Caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? *Journal of Ethnopharmacology* 113:156-170.
- Alencar NL, Araújo TAS, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2010. The inclusion and selection of medicinal plants in traditional pharmacopoeias – Evidence in support of the diversification hypothesis. *Economic Botany* 64:68-79.
- Ankli A, Sticher O, Heinrich M. 1999. Yucatec Maya medicinal plants versus nonmedicinal plants: Indigenous characterization and selection. *Human Ecology* 27:557-580.
- Berkes F, Colding J, Folke C. 2000. Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10:1251-1262.
- Berkes F, Folke C. 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. In: Berkes F, Folke C (eds.) *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press. p. 1-26.
- Berkes F, Ross H. 2013. Community resilience: toward an integrated approach. *Society and Natural Resources* 26:5-20.
- Bhasin V. 2007. Medical anthropology: A review. *Ethno-Med* 1:1-20.
- Boyd R, Richerson PJ. 2006. Culture, adaptation, and innateness. In: Carruthers P, Stich S, Laurence S. (eds.) *The innate mind: culture and cognition*. Oxford, Oxford University Press. p. 23-38.

- Brett JA, Heinrich M. 1998. Culture, perception and the environment: The role of chemosensory perception. *Journal of Applied Botany* 72:67-69.
- Brown PJ. 1987. Microparasites and macroparasites. *Cultural Anthropology* 2:155-171.
- Cheverud JM, Cavalli-Sforza LL. 1986. Cultural transmission among Aka Pygmies. *American Anthropologist* 88:922-934.
- Dunn F. 1976. Traditional Asian medicine and cosmopolitan medicine as adaptive systems. In: Leslie C (ed.) *Asian medical systems: a comparative study*. California, University California Press, California. p. 133-158.
- Ferreira Júnior WS, Santoro FR, Nascimento ALB, Ladio AH, Albuquerque UP. 2013. The role of individuals in the resilience of local medical systems based on the use of medicinal plants – a hypothesis. *Ethnobiology and Conservation* 2:1.
- Folke C. 2006. Resilience: the emergence of a perspective for socio-ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16:253-267.
- Gunderson LH. 2000. Ecological resilience – in theory and application. *Annual Review of Ecological Systems* 31:425-439.
- Henrich J, McElreath R. 2003. The evolution of cultural evolution. *Evolutionary Anthropology* 12:123-135.
- Holling CS. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:1-23.
- Holling CS. 1996. Engineering resilience versus ecological resilience. In: Schulze P (ed.) *Engineering within ecological constraints*. Washington, National Academy. p. 31–44.
- Jain S, Agrawal S. 2005. Perception of illness and health care among Bhils: A study of Udaipur District in Southern Rajasthan. *Studies of Tribes Tribals* 3:15-19.
- Jeanne RL. 1998. Behavioral ecology. Investigating the adaptive value of behaviour. In: Dodson SI, Allen TFH, Cartenter SR, Ives RL, Jeanne JF, Kitchell NE, Langston, Turner MG. (eds.) *Ecology*. Oxford, Oxford University Press. p. 199-234.
- Johns T. 1990. *With Bitter Herbs They Shall Eat It: Chemical Ecology and the Origins of Human Diet and Medicine*. Tucson, University of Arizona Press.
- Kleinman A. 1978. Concepts and a model for the comparison of medical systems as cultural systems. *Social Science and Medicine* 12:85-93.
- Ladio AH, Lozada M. 2008. Medicinal plant knowledge in rural communities of North-Western Patagonia, Argentina. A resilient practice beyond acculturation. In: Albuquerque UP, Ramos MA. (eds.) *Current topics in Ethnobotany*. India, Research Signpost. p: 39-53.
- Laland KN, Boogert NJ. 2010. Niche construction, co-evolution and biodiversity. *Ecological Economics* 69:731-736.
- Maturana RH, Varela FJ. 2007. *A árvore do conhecimento. As bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo, Palas Athena.

- Medeiros PM, Soldati GT, Alencar NL, Vandebroek I, Pieroni A, Hanazaki N, Albuquerque UP. 2012. The use of medicinal plants by migrant people: adaptation, maintenance, and replacement. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 2012: 807452.
- Monteiro JM, Almeida CFCBR, Albuquerque UP, Lucena RFP, Florentino ATN, Oliveira RLC. 2006. Use and traditional management of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2:6.
- Nairne JS. 2010. Adaptive Memory: Evolutionary Constraints on Remembering. *Psychology of Learning and Motivation* 53:1-32.
- Nairne JS, Pandeirada JNS. 2008. Adaptive memory: Is survival processing special? *Journal of Memory and Language* 59:377–385.
- Nairne JS, Pandeirada JNS, Thompson SR. 2008. Adaptive Memory The Comparative Value of Survival Processing. *Psychological Science* 19:176-180.
- Odum EP, Barrett GW. 2004. *Fundamentals of ecology*. Belmont, Brooks Cole.
- Parra F, Blancas JJ, Casas A. 2012. Landscape management and domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley: human guided section and gene flow. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8:32.
- Rendell L, Boyd R, Cownden D, Enquist M, Eriksson K, Feldman MW, Fogarty L, Ghirlanda S, Lillicrap T, Laland KN. 2009. Why copy others? Insights from the social learning strategies tournament. *Science* 328:1-6.
- Reyes-García V, Aceituno-Mata L, Calvet-Mir L, Garnatje T, Gómez-Baggethun E, Lastra JJ, Ontillera R, Parada M, Rigat M, Vallès J. 2014. Resilience of traditional knowledge systems: The case of agricultural knowledge in home gardens of the Iberian Peninsula. *Global Environmental Change* 24:223-231.
- Saslis-Lagoudakis CH, Savolainen V, Williamson EM. 2012. Phylogenies reveal predictive power of traditional medicine in bioprospecting. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 15835-15840.
- Trzesniak P, Libório RMC, Koller SH. 2012. Resilience and children's work in Brazil: lessons from physics for psychology. In: Ungar M. (ed.) *The social ecology of resilience: a handbook of theory and practice*. London, Springer.
- Walker BH. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology* 6:18- 23.
- Walker BH, Salt D. 2006. *Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. Washington D.C., Islands Press.
- Walker BH, Salt D. 2012. *Resilience practice: building capacity to absorb disturbance and maintain function*. Washington D.C., Islands Press.
- Wiley SA. 1992. Adaptation and the biocultural paradigm in Medical Anthropology: a critical review. *Medical Anthropology Quarterly* 6:216-236.

Redundância utilitária: adaptação e funcionalidade de sistemas socioecológicos

André Luiz Borba Nascimento, Washington Soares Ferreira Júnior,
Marcelo Alves Ramos, Patrícia Muniz de Medeiros, Gustavo Taboada
Soldati, Flávia Rosa Santoro e Ulysses Paulino de Albuquerque



As populações humanas têm estabelecido um conjunto de conhecimentos, crenças e práticas a partir de sua relação com outras populações humanas, outros seres vivos e o ambiente em que vivem, sendo essas relações moduladas por meio de processos adaptativos e repassadas para as próximas gerações via transmissão cultural (Berkes *et al.* 2000), formando, assim, sistemas complexos conhecidos como sistemas socioecológicos. Os sistemas socioecológicos apresentam diversas funções desempenhadas por seus componentes estruturadores, como, por exemplo, a cura de diferentes tipos de enfermidades que são tratadas mediante o uso de plantas, animais e fungos.

Nesse sentido, pesquisas em etnobiologia com enfoque no uso medicinal de plantas por populações humanas têm mostrado que diferentes espécies são usadas no tratamento das mesmas doenças (Gazzaneo *et al.* 2005; Almeida *et al.* 2006; Ceuterick *et al.* 2011; Molares & Ladio 2012). Essa constatação incita o seguinte questionamento: poderia essa sobreposição terapêutica acerca das plantas medicinais promover vantagens adaptativas para as populações humanas que utilizam esses recursos? Na tentativa de responder tal questionamento, Albuquerque & Oliveira (2007) propuseram um modelo de investigação etnobiológico análogo ao de redundância funcional da ecologia: o modelo de redundância utilitária (MRU).

Em resumo, o MRU considera as diferentes indicações terapêuticas tratadas por recursos naturais de uma localidade como funções a serem preenchidas dentro de um sistema médico local e entende que a aplicação de várias espécies para o tratamento de uma mesma enfermidade significaria a existência de redundância nessa função dentro do sistema. Tomando por base essas premissas, o modelo em questão tem como objetivo responder aos seguintes questionamentos: quais são as implicações ecológicas e evolutivas de uma possível redundância de uso? Que fator(es) levou(aram) populações humanas a concentrarem maior esforço no tratamento de algumas indicações terapêuticas em detrimento de outras? Em condições de redundância, algumas espécies são preferidas em relação a outras? Em caso de resposta afirmativa, essa preferência, de alguma forma, altera os padrões de uso das espécies com funções redundantes?

Diante disso, formulamos este capítulo com o intuito de discutir de que modo o MRU responde a essas questões e como esse modelo oferece um cenário teórico e prático interessante para investigações etnobiológicas. Para isso, inicialmente, explicaremos o modelo de redundância ecológica que o originou, para, em seguida, apresentarmos seus conceitos e suas definições. Além disso, discorreremos acerca das aplicações do MRU e da forma como as conclusões de tais aplicações contribuem para o entendimento da relação entre as pessoas e os recursos disponíveis no meio em que vivem.

Partimos do pressuposto de que a organização das espécies em torno das funções de um sistema determina o seu funcionamento e a sua dinâmica. Portanto, este capítulo volta sua atenção às espécies dentro de um contexto funcional, tentando compreender como o conhecimento e o uso dos recursos por populações locais influenciam mudanças nos sistemas médicos tradicionais.

O modelo de redundância ecológica (RE)

A compreensão do papel de uma espécie na regulação de determinado ecossistema é uma preocupação crescente na área da conservação. Essa preocupação conduziu ecólogos a examinarem diversos processos e relações sistêmicas, como a estabelecida entre funções ecológicas e riqueza de espécies (Bengtsson 1998; Peterson *et al.* 1998). Numerosas explicações foram formuladas para auxiliar a elucidar essa relação, incluindo a redundância ecológica (RE), proposta por Walker (1992). A RE baseia-se no fato de que: a) as espécies de um ecossistema exercem funções, como polinização, dispersão, fotossíntese e decomposição; b) as funções exercidas pelas espécies sobrepõem-se quando estas realizam o mesmo papel ecológico, existindo, assim, espécies com analogia funcional; e c) certas funções ecológicas são redundantes, pois são executadas por várias espécies (Walker 1992; Wellnitz & Poff 2001). Sem sombra de dúvidas, a proposta da RE muda o foco de compreensão dos ecossistemas, passando da convencional abordagem meramente taxonômica para uma abordagem

cuja ênfase reside nas funções exercidas dentro desse ecossistema (Walker 1992). Tendo isso em vista, Wellnitz & Poff (2001) argumentam que “a completa redundância funcional poderia ocorrer se, após a remoção de uma espécie, as demais espécies aumentassem sua densidade para compensar a contribuição funcional perdida das espécies removidas”. Nesse estado hipotético, uma entidade biológica pode extinguir-se localmente sem comprometer a manutenção de todo o sistema no qual está inserida, já que seu papel será executado pelas espécies redundantes. Portanto, nesse modelo, a perda de espécies não seria tão importante ao ecossistema quanto a redução na sua diversidade funcional (Hummel *et al.* 2009), de modo que o foco de análise mudaria das espécies para as funções por elas exercidas.

Apesar do potencial da RE para orientar iniciativas de conservação biológica, muitos problemas aparecem quando os pesquisadores tentam quantificar as relações entre a riqueza de espécies e suas funções em ecossistemas (Bengtsson 1998) ou identificar as funções de cada uma das espécies, devido à complexa dinâmica existente entre elas. Embora existam essas dificuldades, a RE oferece uma abordagem prática para o desenvolvimento de estratégias para gestão do ecossistema, podendo, por exemplo, ser usada para avaliar a composição da guilda de polinizadores de uma área em que se deseja realizar trabalhos de conservação da vegetação nativa – as espécies vegetais evoluíram conjuntamente com seus polinizadores, apresentando adaptações que permitem maior sucesso reprodutivo quando estão na presença destes (Machado & Lopes 2004); dessa forma, faz-se necessário reconhecer quais são os grupos de organismos que realizam essa função ecológica na região e, dentre estes, quais estão em decréscimo populacional, a fim de elaborar estratégias conservacionistas mais apropriadas.

Assim sendo, as decisões políticas relacionadas com a gestão e conservação da biodiversidade devem considerar a diversidade funcional e a RE (Walker 1992). Embora essas ideias estejam baseadas no princípio de que a riqueza de espécies gera estabilidade, existem algumas evidências de que nem sempre isso é verdade (ver Reynolds 2002), uma vez que, de acordo com o modelo de RE, determinada área pode apresentar grande quantidade de espécies, ainda que algumas

funções ecológicas sejam desempenhadas por poucas dessas espécies (baixa redundância). Voltando ao exemplo da polinização, uma guilda de polinizadores locais pode ser composta de grande número de espécies e, no entanto, apresentar apenas uma espécie de beija-flor. Assim, a função “ornitofilia”, polinização intermediada por aves, estaria comprometida apesar de existirem diversas outras espécies de polinizadores na área. Nesse sentido, os esforços de gestão da biodiversidade deveriam concentrar-se em funções com baixa ou nenhuma redundância.

Assumindo as semelhanças entre ecossistemas e sistemas socioecológicos, as ideias ora apresentadas podem ser transpostas e empregadas nos estudos das relações ecológicas/evolutivas entre as pessoas e os recursos naturais. A ponte estabelecida entre os conceitos ecológicos discutidos e o cenário da etnobiologia permite compreender o funcionamento dos sistemas de conhecimento locais, possibilitando analisar, por exemplo, se uma grande diversidade de espécies úteis para uma mesma demanda reflete um conjunto de conhecimentos mais resiliente, ou seja, capaz de manter a sua estrutura e a sua dinâmica mesmo que haja o abandono do uso de uma ou mais espécies localmente.

O modelo de redundância utilitária (MRU)

A partir da RE e adotando-se uma perspectiva funcional na análise do uso de recursos naturais por populações humanas, surge, então, o MRU para avaliar o papel da sobreposição funcional em sistemas de conhecimento e manejo locais (ver Albuquerque & Oliveira 2007). Essa perspectiva analítica adveio da constatação de que existem espécies usadas tradicionalmente para funções semelhantes, ou seja, culturalmente redundantes em relação às indicações de uso locais. Nesse sentido, o conceito de redundância aplicado à etnobiologia demonstra-se uma ferramenta útil para avaliar as estratégias locais de manejo e conservação dos recursos naturais à luz de uma perspectiva adaptativa. Tal transposição dos pressupostos ecológicos partiu, assim, da

mesma lógica original, considerando, por isso, as espécies, seus usos (funções), suas formas de utilização (especificidades na realização das funções) e, por fim, a dependência da heterogeneidade expressa pela dinâmica de uso específica para cada sistema socioecológico.

O modelo proposto é baseado nos seguintes pressupostos: a) as espécies apresentam diferentes funções nos sistemas socioecológicos, podendo, contudo, haver certo grau de sobreposição desses papéis, ou seja, redundância; b) o incremento na redundância promove a resiliência dos sistemas socioecológicos; e c) a redundância depende das características do conhecimento e das práticas de determinada comunidade humana. Portanto, o MRU é um conceito operacional utilizado para compreender: a) o papel de espécies redundantes na estruturação e dinâmica de determinado sistema cultural; b) a contribuição dessas entidades na resiliência do conhecimento e das práticas locais; e c) os efeitos da ação humana sobre a biodiversidade.

Antes de passarmos para a análise desses distintos tópicos, tentaremos deixar explícita a conexão conceitual entre a redundância ecológica e a utilitária. Para explicitar esse paralelo, consideremos qualquer sistema socioecológico, como plantas e animais utilizados na alimentação ou os recursos reconhecidos como matéria-prima para a construção de casas e artefatos. As espécies com funções redundantes são as que partilham a mesma **função**, preenchendo a mesma demanda local, ou seja, o mesmo **uso**. Em um sistema médico local, a título de exemplificação, o termo função é usado para definir o **alvo terapêutico** a que determinada espécie está associada, no caso, as indicações para as quais são usadas as plantas e os animais medicinais. Dessa forma, o alvo terapêutico pode designar um único sintoma, como dor ou tosse, ou, da mesma forma, designar vários sintomas que, juntos, formam uma condição mais grave, como, por exemplo, gripe ou tuberculose. Algumas dessas condições são reconhecidas como “doenças” pela biomedicina. Nosso posicionamento ao utilizar o termo alvos terapêuticos em vez de doenças tem o objetivo de respeitar os conceitos êmicos sobre saúde e enfermidade – a nosologia local –, uma vez que estes podem vir a ter importante papel na escolha do tratamento empregado (ver Beiersmann *et al.* 2007). A

vantagem da aplicação desse modelo consiste no fato de que, apesar da complexidade e dinâmica do conhecimento ecológico tradicional, é possível quantificar as relações entre a riqueza de espécies e suas funções dentro do sistema.

Como afirmamos anteriormente, esse modelo pode ser utilizado para analisar se um sistema, em termos do uso e conhecimento de recursos medicinais, por exemplo, é resiliente, ou seja, capaz de absorver distúrbios, reorganizar-se e manter suas funções e sua estrutura (Holling 1973). A dinâmica de um sistema é dependente da integridade de suas funções. Além disso, parte-se do mesmo pressuposto ecológico de que essa dinâmica do sistema não será alterada pela perda de uma espécie caso as outras entidades que exercem a mesma função preencham a lacuna da perda inicial. Nesse sentido, considerando-se, ainda, os sistemas médicos locais, o abandono do conhecimento ou do uso de uma espécie indicada para o tratamento de um alvo terapêutico redundante (por exemplo, por extinção local ou pela morte de uma pessoa que detinha o conhecimento) não afeta o funcionamento global do sistema médico apesar de diminuir a diversidade de espécies úteis nesse sistema.

Finalmente, passemos a analisar a contribuição do MRU para a compreensão do uso efetivo de uma espécie e, por conseguinte, da pressão humana sobre os recursos naturais. Em princípio, podemos assumir logicamente que a presença de várias espécies com a mesma função minimiza a pressão de uso de cada uma dessas espécies individualmente, porque os eventos de extração são distribuídos entre todas elas. Portanto, quanto mais redundante for a função, mais espécies podem ser alvo de coleta, diminuindo, assim, o impacto individual. No entanto, para essa discussão, devemos considerar um fator adicional: o de que certos recursos são preferidos localmente, ou seja, recebem maior atenção quando demandados. Apesar de um conjunto de espécies estar disponível para determinada função, a reconhecida como “melhor”, a mais importante, será um alvo preferencial. A preferência aqui está relacionada com a escolha consciente por uma espécie em detrimento de outras igualmente disponíveis (Albuquerque *et al.* 2005). Desse modo, o reforço mútuo cessa quando há **preferência** por

algumas espécies em determinada categoria. Assim, no caso de haver preferência, a redundância utilitária poderia não resultar em proteção de espécies, mas apenas na manutenção de uma função local.

Mesmo tendo sido elaborado, inicialmente, a partir de uma perspectiva acerca de plantas medicinais, o modelo pode ser aplicado para várias outras áreas de investigação em etnobiologia. Nesse sentido, o uso de espécies de peixes por comunidades ribeirinhas de uma região, por exemplo, pode ser estudado à luz do MRU, considerando como funções as diferentes finalidades de uso de peixes: alimentícia, medicinal, comercial, místico-religioso e como animais de estimação. Os mesmos pressupostos do MRU aplicam-se a essa situação, na qual é possível prever que a) espécies de peixes pertencentes a categorias de uso menos redundantes poderiam estar sujeitas a maior pressão; b) havendo preferência por espécies de peixes nas categorias de uso, a espécie mais preferida sofreria maior pressão de uso; e c) o incremento na redundância tornaria o sistema de conhecimento tradicional de peixes mais resiliente. Vale salientar que diferentes sistemas apresentam peculiaridades nas dinâmicas de uso, que devem ser consideradas para uma conclusão mais precisa sobre quais mecanismos adaptativos explicam o padrão encontrado.

Aplicações do modelo de redundância utilitária (MRU)

Em um sistema médico local, a maior parte dos alvos terapêuticos tratados por plantas medicinais podem apresentar baixa redundância, evidenciando alta especialização do sistema médico local (Albuquerque & Oliveira 2007). De acordo com os pressupostos do MRU, é possível inferir que a grande especialização do sistema médico local faz com que este seja mais suscetível a distúrbios, tornando-o, assim, menos resiliente, uma vez que a perda de uma espécie pode conduzir à perda de uma função. As perdas poderiam, dessa forma, levar o sistema a um processo de mudança de sua identidade, ou seja, de mudança de sua estrutura, de sua função e de seus mecanismos de resposta (ver Walker & Salt 2012).

No entanto, é necessário chegar a um consenso sobre o conceito de “função” dentro de um sistema para que não ocorram falsas interpretações do MRU. Em um sistema médico, por exemplo, podemos considerar inflamação de útero como uma função e podemos, também, obter certa quantidade de plantas que tratem (redundância) essa função, assim como podemos considerar esse quadro como inflamação de maneira geral e obtermos outra quantidade de plantas para tratá-lo. O MRU, ao ser aplicado para as subcategorias inflamatórias registradas em uma comunidade rural no nordeste do Brasil, indicou que, apesar de a inflamação ser redundante, existem subcategorias de inflamação que não o são, como inflamação de garganta, inflamação de ouvido, inflamação vaginal e corte inflamado (ver Ferreira Júnior *et al.* 2011). Dessa maneira, é necessário delimitar bem a unidade analítica, ou seja, o que se considera como função dentro de um sistema, uma vez que, como mostrado no exemplo anterior, dependendo de como se classifica uma função do sistema, de forma mais geral (inflamação) ou de forma mais específica (tipos de inflamação), os resultados podem ser diferentes.

Outro fator que pode influenciar as interpretações do MRU reside no fato de que o conhecimento não se distribui de forma homogênea entre os indivíduos de uma mesma população, havendo pessoas dentro de uma mesma comunidade que conhecem mais e outras que conhecem menos sobre dado tema (ver Araújo *et al.* 2012). Se uma única pessoa na comunidade concentra grande parte do conhecimento local e não o compartilha com o restante da comunidade, a morte ou migração dessa pessoa pode acarretar a perda de alguma função do sistema. Um exemplo disso foi encontrado em um estudo empreendido na caatinga do Brasil, onde o conhecimento de condições terapêuticas pouco redundantes estava restrito a uma pequena parcela da população (Ferreira Júnior *et al.* 2011). Essa situação é um agravante importante para a resiliência, pois o desaparecimento de uma dessas pessoas pode implicar a alteração do sistema, tornando-o, assim, menos resiliente (Albuquerque & Oliveira 2007).

O MRU pode ser usado, ainda, para identificar espécies que sofrem maior pressão de uso local, seja por serem preferidas, seja por tratarem alvos terapêuticos pouco ou não redundantes. No primeiro caso, como exemplo, podemos citar o fato de que as espécies preferidas em uma

comunidade rural na caatinga do Brasil apresentaram maior área de extração de cascas e maior número de indivíduos explorados, confirmando a hipótese de que espécies preferidas sofrem maior pressão de uso (Ferreira Júnior *et al.* 2012).

No entanto, alguns cuidados são necessários ao se avaliar a pressão de uso em alvos terapêuticos pouco redundantes, pois estes podem ser pouco frequentes na comunidade (Ferreira Júnior *et al.* 2011). Nesse caso, a pressão de uso das espécies envolvidas no tratamento dos alvos terapêuticos diminuiria ainda que tais alvos fossem pouco redundantes, uma vez que a ocorrência da condição é rara, o que leva à diminuição na frequência de coleta do recurso.

Assumindo as especificidades no uso de recursos pelas comunidades locais, podemos vislumbrar duas situações para o MRU. A primeira é uma condição ideal, em que nenhuma outra variável interfere na pressão de uso de uma espécie; apenas a sua redundância funcional e o fato de ela ser ou não preferida. Essa situação prevê que, na ausência de recursos preferidos, quanto maior for a redundância funcional, menor será a pressão de uso exercida sobre essas espécies e, que, na presença de espécies preferidas, não importa se há ou não alternativas, pois o recurso preferido sempre sofrerá maior pressão de uso.

A segunda situação reconhece que a necessidade local por certo uso motiva as pessoas a experimentarem novas espécies (ver Ladio & Lozada 2008). Dessa forma, funções ou usos mais frequentes na comunidade apresentariam, também, maior riqueza de espécies empregadas em seu tratamento. Essa situação prevê que, na ausência de recursos preferidos, a pressão de uso será sempre baixa, pois o baixo número de espécies está associado à baixa demanda. Nesse caso, não existe forte pressão de uso, pois há um equilíbrio entre oferta do recurso e demanda do uso. Além disso, tal situação indica que o alto número de espécies com analogia funcional está associado à alta frequência do uso, de modo que não há forte impacto, pois existe um equilíbrio entre a oferta do recurso e a demanda de uso desse recurso, e que, na presença de recursos preferidos, a pressão de uso nessas espécies aumenta dependendo do número de alternativas com analogia funcional, já que a pressão de uso está associada à frequência desse uso. Assim, a pressão de uso aumenta conforme o uso das

espécies se torna mais frequente, devido a um desequilíbrio entre a oferta do recurso e a demanda do uso.

Outros cuidados também devem ser tomados ao aplicar o MRU. Consideremos que não ocorra uma sobreposição funcional ideal, ou seja, que não há uma redundância completa. Nesse caso, duas espécies podem ser redundantes para algumas funções e não ser redundantes para outras. A redundância, portanto, não reside em um grupo de espécies, mas emerge da interação de espécies (ver Peterson *et al.* 1998). Nesse sentido, embora a função “tratamento para dor de cabeça”, por exemplo, possa depender das espécies X, V, W, Y e Z, é possível que exclusivamente a espécie X seja utilizada, também, para a função “tratamento de ferida”, para a qual não há redundância. Esse exemplo mostra que, quando dissociamos o sistema para entender a redundância, podemos cometer erros de interpretação. Ao analisarmos separadamente o alvo terapêutico “dor de cabeça”, podemos ser levados a imaginar que a espécie X estaria protegida por possuir múltiplas espécies. No entanto, se assim fizermos, estaremos esquecendo o fato de que, para ferida, a espécie é a única alternativa, o que pode comprometê-la do ponto de vista ecológico devido à maior pressão de uso.

Uma analogia à redundância funcional ecológica também foi aplicada em um estudo sobre o potencial utilitário de fragmentos florestais em Madagascar (Brown *et al.* 2011), embora, nesse estudo, o MRU como descrito aqui não tenha sido utilizado. Brown *et al.* (2011) investigaram espécies arbóreas utilizadas em seis categorias de uso (combustível, construção, alimentício, medicinal, madeira para ferramentas e madeira para móveis) em um fragmento florestal próximo a comunidades rurais. O modelo nulo foi aplicado para simular a diversidade funcional esperada para cada fragmento e, a partir dela, a quantidade de espécies que se sobreponham em suas funções nesses fragmentos (redundância). Segundo os pesquisadores, foi possível concluir que maior redundância utilitária no fragmento confere menor risco de perda de função utilitária local devido a um distúrbio que promove o desaparecimento de uma espécie, enquanto que menor redundância confere maior risco.

Verificar a disponibilidade do recurso utilizado pela comunidade no ambiente natural, como feito por Brown *et al.* (2011), é uma estratégia

interessante para avaliar a redundância. A partir da análise de fragmentos, pode-se verificar se as espécies com maior pressão de uso segundo o MRU estão realmente ameaçadas. Entretanto, deve-se compreender que o sistema pode ir muito além do potencial de fragmentos florestais e que aplicar o conceito de redundância utilitária somente nessas áreas limita o acesso à redundância e à resiliência do sistema envolvendo o uso de plantas por uma população humana. Algumas espécies de plantas exóticas, por exemplo, podem ser encontradas somente em quintais próximos às residências ou em áreas antropogênicas de maneira geral, mostrando-se ausentes ou raras em fragmentos florestais. Essas espécies, no entanto, podem ter grande contribuição para a redundância de categorias e, conseqüentemente, para a resiliência do sistema médico local.

As características do sistema médico local e do uso de espécies medicinais observadas pelo MRU podem também ser aplicadas para pesquisas com animais medicinais. Há registros em pesquisas etnozoológicas sobre o uso de vários animais aplicados para o tratamento das mesmas doenças, sugerindo que a sobreposição de usos pode ter importante caráter adaptativo para as populações humanas que se utilizam de tais recursos, pois, diante da falta ou da pouca disponibilidade de algum desses animais, devido, por exemplo, ao efeito da sazonalidade nos ciclos de imigração de espécies, outros cumprem a função.

O estudo de Ferreira *et al.* (2012), desenvolvido em mercados públicos de cinco grandes cidades do nordeste brasileiro, evidenciou que a maioria das indicações terapêuticas possuía um grande número de animais para seu tratamento, ou seja, que era redundante. Esses resultados indicam que o sistema médico local, em mercados públicos, comporta-se de maneira generalista, o que, segundo o MRU, confere maior resiliência ao sistema médico local, pois a presença de vários substitutos para um mesmo uso aumenta a capacidade desse sistema absorver distúrbios diversos que poderiam comprometer sua funcionalidade.

Os mercados públicos são espaços nos quais há grande troca de informações culturais e influências de outras regiões (Albuquerque *et al.* 2007). Nesse sentido, é compreensível a existência de uma grande quantidade de alvos terapêuticos redundantes, pois os vendedores precisam agregar espécies de outras regiões em suas lojas, com o intuito de diversificar o

tratamento dos alvos terapêuticos para os quais tais espécies são indicadas. Talvez essa estratégia tenha alta funcionalidade nesses sistemas, garantindo a oferta de amplo conjunto de produtos requeridos por compradores de diferentes origens, contribuindo para a estabilidade do sistema e oferecendo espécies que podem suprir a ausência de outras passíveis de estarem em falta, por exemplo, por questões sazonais.

Assim, o MRU precisa ser avaliado em função do contexto em que será empreendido. Dessa forma, faz-se necessário entender as características do sistema avaliado antes de realizar inferências sobre o comportamento desse sistema segundo o MRU.

Perspectivas

O MRU é uma importante ferramenta para avaliar a resiliência de sistemas socioecológicos e, evidentemente, os impactos ambientais das atividades humanas, ou seja, a sustentabilidade das práticas locais. Colocamos isso em termos de sistema de conhecimento local e não em termos de sistema médico local, visto que esse modelo, apesar de originalmente aplicado para uso medicinal, não se restringe a isso, podendo ser facilmente empregado para testar hipóteses em outras áreas da etnobiologia.

Os sistemas ecológicos locais são complexos, e, dessa forma, as inferências do MRU devem ser feitas à luz das características dinâmicas próprias de cada realidade estudada, considerando os componentes adaptativos que poderiam explicar os comportamentos observados. Nesse sentido, a alta ou baixa sobreposição pode ser o resultado de diferentes variáveis, como o histórico de experimentação das populações locais em relação aos recursos disponíveis no ambiente ou a qualidade do recurso percebida localmente, que o coloca em uma categoria de alta ou baixa redundância. Assim sendo, são necessárias pesquisas que busquem investigar os diferentes motivos que levariam as populações humanas a priorizar certos usos e espécies, tais como trabalhos que procurem entender se, realmente, a frequência de ocorrência de uma doença aumentaria a experimentação de espécies para o seu tratamento.

Além disso, o modelo aqui discutido não possui a pretensão de explicar completamente as características dos sistemas socioecológicos, pois outros fatores podem influenciar esses sistemas, como eventos históricos vivenciados pelas comunidades e contatos com outros grupos humanos. Dessa maneira, há a necessidade de novos estudos que visem acrescentar informações inovadoras ao modelo e, com isso, contribuir para o melhor entendimento dos diferentes sistemas socioecológicos.

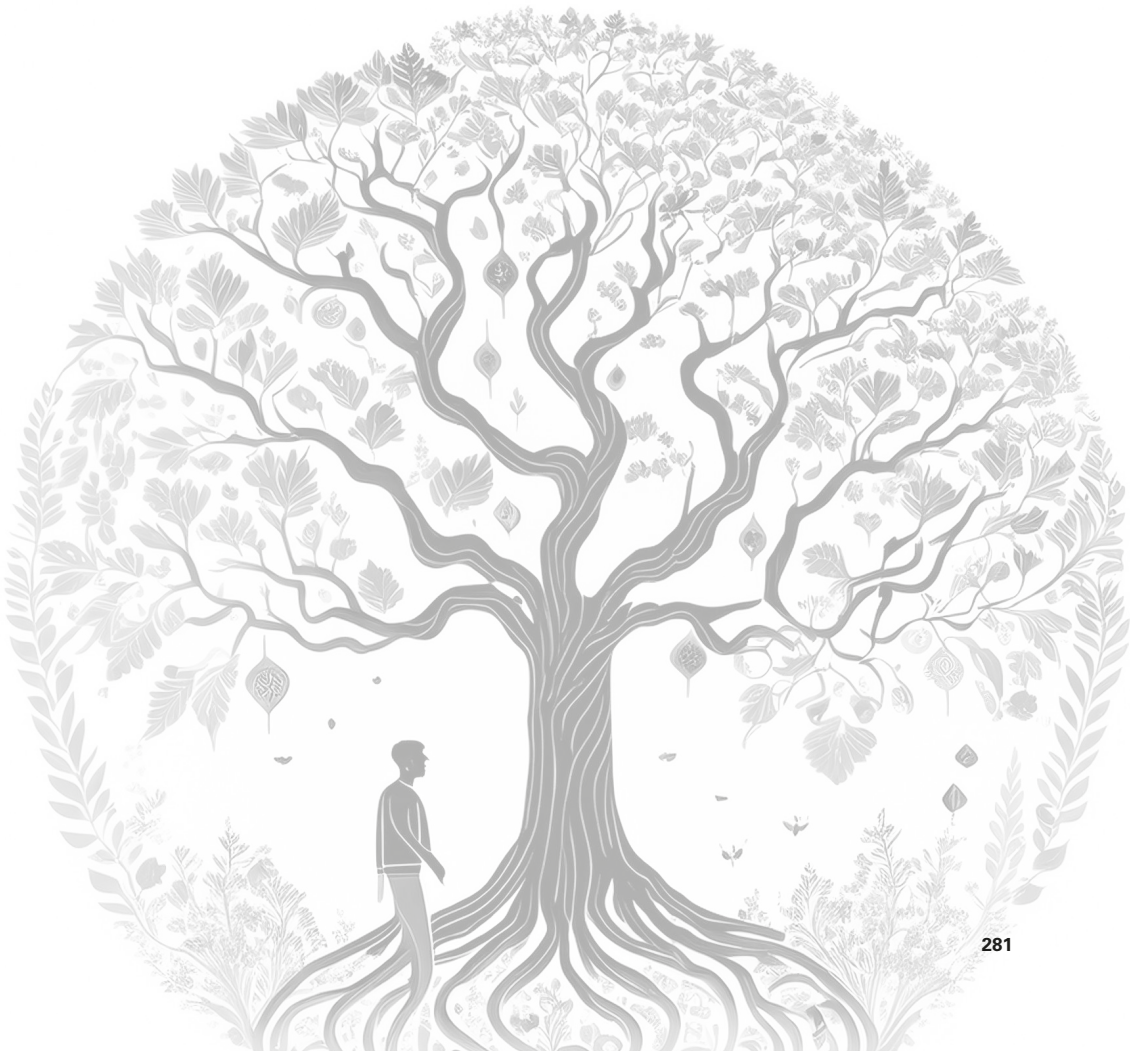
Referências

- Albuquerque UP, Andrade LHC, Silva ACO. 2005. Use of plant resources in a seasonal dry forest (northeastern Brazil). *Acta Botânica Brasilica* 19: 19–38.
- Albuquerque UP, Monteiro JM, Ramos MA, Amorim ELC. 2007. Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brasil. *Journal of Ethnopharmacology* 110: 76-91.
- Albuquerque UP, Oliveira RF. 2007. Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? *Journal of Ethnopharmacology* 113: 156-170.
- Almeida CFCBR, Amorim ELC, Albuquerque UP, Maia MBS. 2006. Medicinal plants popularly used in the Xingó region - a semi-arid location in northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2(15): 7.
- Araújo TAS, Almeida ALS, Melo JG, Medeiros MFT, Ramos MA, Silva RRV, Almeida CFCBR, Albuquerque UP. 2012. A new technique for testing distribution of knowledge and to estimate sampling sufficiency in ethnobiology studies. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8: 11.
- Beiersmann C, Sanou A, Wladarsch E, De Allegri M, Kouyaté B, Müller O. 2007. Malaria in rural Burkina Faso: local illness concepts, patterns of traditional treatment and influence on health-seeking behaviour. *Malaria Journal* 6: 106.
- Bengtsson J. 1998. Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology* 10: 191–199.
- Berkes F, Colding J, Folke C. 2000. Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecological Applications* 10(5): 1251-1262.
- Brown KA, Flynn DFB, Abram NK, Ingram JC, Johnson SE, Wright P. 2011. Assessing natural resource use by forest-reliant communities in Madagascar using functional diversity and functional redundancy metrics. *PLoS One* 6: 1-10.

- Ceuterick M, Vandebroek I, Pieroni A. 2011. Resilience of Andean urban ethnobotanies: A comparison of medicinal plant use among Bolivian and Peruvian migrants in the United Kingdom and in their countries of origin. *Journal of Ethnopharmacology* 136: 27-54.
- Ferreira Júnior WS, Ladio AH, Albuquerque UP. 2011. Resilience and adaptation in the use of medicinal plants with suspected anti-inflammatory activity in the Brazilian Northeast. *Journal of Ethnopharmacology*, 138: 238-252.
- Ferreira FS, Albuquerque UP, Coutinho HDM, Almeida WO, Alves RRN. 2012. The trade in medicinal animals in Northeastern Brazil. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine* 2012: 20.
- Ferreira Júnior WS, Siqueira CFQS, Albuquerque UP. 2012. Plant stem bark extractivism in the northeast semiarid region of Brazil: A New aport to utilitarian redundancy model. *Journal of Evidence-Based in Complementary & Alternative Medicine* 2012: 11.
- Gazzaneo R, Lucena RFP, Albuquerque UP. 2005. Knowledge and use of medicinal plants by local specialists in a region of Atlantic Forest in the state of Pernambuco (Northeastern Brazil). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 1: 9.
- Holling CS. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1-23.
- Hummel S, Donovan GH, Spies TA, Hemstrom MA. 2009. Conserving biodiversity using risk management: hoax or hope? *Frontiers in Ecology and the Environment* 7: 103-109.
- Ladio AH, Lozada M. 2008. Medicinal plant knowledge in rural communities of North-Western Patagonia, Argentina. A resilient practice beyond acculturation. In: Albuquerque UP, Ramos MA. (eds.) *Current Topics in Ethnobotany*. Kerala, Ed Research Signpost. p. 39-53.
- Machado IC, Lopes AV. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Annals Botany* 94: 365-376.
- Molares S, Ladio A. 2012. Mapuche perceptions and conservation of Andean Nothofagus forests and their medicinal plants: a case study from a rural community in Patagonia, Argentina. *Biodiversity and Conservation* 21: 1079-1093.
- Peterson G, Allen CR, Holling CS. 1998. Ecological resilience, biodiversity, scale. *Ecosystems* 1: 6-18.
- Reynolds CS. 2002. Ecological pattern and ecosystem theory. *Ecological Modelling* 158: 181-200.
- Walker BH. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology* 6: 18-23.
- Walker B, Salt D. 2012. *Resilience practice: Building capacity to absorb disturbance and maintain function*. Washington, Island Press.
- Wellnitz T, Poff NL. 2001. Functional redundancy in heterogeneous environments: implications for conservation. *Ecology Letters* 4: 177-179.

A influência do ambiente sobre o uso de recursos naturais – evidências da aparência

Ulysses Paulino de Albuquerque, Gustavo Taboada Soldati,
Marcelo Alves Ramos, Joabe Gomes de Melo,
Patrícia Muniz de Medeiros, André Luiz Borba Nascimento e
Washington Soares Ferreira Júnior



Pouco se conhece sobre os fatores subjacentes ao processo de eleição e consequente incorporação de uma planta em uma cultura, ou seja, “como” e “por que” dado recurso, antes desconhecido, torna-se parte integrante das práticas de determinado grupo. Se admitirmos que o conhecimento botânico tradicional é fruto de processos evolutivos, é razoável supor que outras variáveis, além da cultura, possam explicar a dinâmica dos sistemas socioecológicos. Apesar do avanço dos estudos etnobiológicos em todo o mundo, ainda há, entretanto, muito mais perguntas sobre esses processos do que respostas concretas.

Algumas dessas perguntas, que podem ser agrupadas a partir de um referencial ecológico e evolutivo, incluem: quais fatores influenciam a decisão das pessoas quando estas selecionam um recurso natural para experimentá-lo e, possivelmente, incorporá-lo nos seus **sistemas socioecológicos**¹⁷? Quais variáveis influenciam a escolha de um recurso para um uso específico dentre tantos outros recursos também conhecidos? Por que e como se desenvolvem estratégias alternativas para a exploração desses recursos?

Neste capítulo, propomos uma reflexão teórica a partir de uma pergunta simples: certas características intrínsecas às espécies, como sua disponibilidade ambiental ou suas propriedades químicas, podem afetar seu uso e conhecimento local? Em resumo, variáveis ecológicas podem influenciar o conhecimento local? Para responder a tais questões, elegemos alguns cenários teóricos, em especial a hipótese da aparência ecológica (HAE), a teoria do forrageamento ótimo (TFO) e a hipótese da disponibilidade de recursos (HDR). Os exemplos utilizados para isso, como perceberemos, são basicamente derivados de estudos etnobotânicos, uma vez que carecemos de dados empíricos que testem essa hipótese em estudos etnozoológicos, por exemplo.

17 Adotamos, aqui, o conceito de Berkes & Folke (1998). Assim: “o termo sistema ecológico (ecossistema) é utilizado no sentido convencional para se referir ao ambiente natural. Somos de opinião de que os sistemas sociais e ecológicos estão ligados, e que a delimitação entre os sistemas sociais e naturais é artificial e arbitrária. Tal visão ainda não foi aceita pela ecologia convencional e a ciência social. Quando queremos enfatizar o conceito integrado de seres humanos na natureza, usamos os termos sistema socioecológico e ligações socioecológicas”.

O que é a hipótese da aparência ecológica (HAE)?

A HAE, concebida por Feeny (1976), revolucionou o campo da ecologia ao propor uma maneira de compreender como as diferentes estratégias de defesa das plantas contra os herbívoros distribuem-se na comunidade vegetal (Endara & Coley 2011). Para Feeny (1976), a natureza dessas estratégias depende basicamente da facilidade de uma planta ser encontrada pelo forrageador, no caso, os herbívoros. Nesse sentido, o autor categoriza os recursos vegetais em dois grupos: a) “aparentes”, que consistem em árvores e arbustos de grande porte e distribuição ampla e agregada, e b) “não aparentes”, que são geralmente ervas pequenas de distribuição restrita e espaçada. Como resultado, as plantas aparentes seriam mais consumidas, e suas estratégias defensivas seriam um reflexo da maior taxa de eventos de herbivoria.

Transpondo essa hipótese para a etnobiologia, podemos compreender as pessoas como forrageadores, similares aos herbívoros não humanos, que buscam constantemente recursos úteis ou plantas passíveis de serem selecionadas e incorporadas nos sistemas socioecológicos. Seguindo a hipótese da aparência ecológica, as plantas mais utilizadas por uma comunidade corresponderiam justamente àquelas mais “aparentes”, ou seja, às mais fáceis de serem encontradas. Em consequência, por serem demandados em maior frequência, esses recursos e suas propriedades irão se tornar mais familiares às pessoas e, dessa forma, terão maior importância cultural e maior riqueza de usos.

Relação entre a aparência de um recurso e a sua importância local

O primeiro teste explícito da HAE aplicada a perguntas etnobotânicas foi realizado por Phillips & Gentry (1993a; 1993b), baseando-se na simples predição, já apontada, que relaciona a disponibilidade do recurso com a sua importância local para as comunidades humanas. Assim, as plantas facilmente encontradas teriam maior chance de serem experimentadas e incluídas em um sistema cultural, desde que, evidentemente,

fossem válidas para os fins buscados. Tais vegetais aparentes seriam mais demandados, e os muitos eventos de necessidade/experimentação estimulariam os seus usos, tornando-os mais importantes culturalmente (Fig. 1). Esses autores propuseram, diante disso, uma medida de importância relativa, o valor de uso¹⁸ (VU), que se baseia no número de usos atribuídos a uma planta por um conjunto de pessoas (Phillips 1996) para avaliar o *status* de uma planta em uma cultura. Depois desse trabalho pioneiro, muitas investigações foram desenvolvidas testando a HAE em diferentes contextos ambientais.

A primeira importante compreensão, relativa ao processo de seleção de plantas a serem incluídas em uma cultura, que pode ser extraída desse conjunto de investigações é que, quando se consideram todas as categorias de uso em uma mesma análise, a aparência de um recurso, apesar de significativa, fracamente influencia a sua importância local (ver Phillips & Gentry 1993a,1993b; Galeano 2000; Torre-Cuadros & Islebe 2003; Lawrence *et al.* 2005; Cunha & Albuquerque 2006; Lucena *et al.* 2007; Gonçalves *et al.* 2016). Esse cenário remete a alguns questionamentos: a) será que os fatores ecológicos analisados nesses trabalhos, como o Valor de Importância Ecológica (IVI), não estão sendo bons indicadores de disponibilidade? É possível que a disponibilidade percebida pelas pessoas não corresponda à disponibilidade mensurada por meio de parâmetros ecológicos, uma vez que algumas plantas podem ser abundantes, mas encontrarem-se distantes da comunidade, o que poderia afetar a percepção de disponibilidade em relação a determinadas espécies; b) a importância cultural das plantas teria sido influenciada pela disponibilidade do recurso no passado? Se sim, o que se encontra hoje nas áreas de vegetação nativa já seria um cenário influenciado por um manejo pretérito, que pode ter sido responsável pela diminuição nas populações de espécies dominantes, considerando que estas seriam as mais usadas. Assim, os parâmetros fitossociológicos coletados na atualidade para compreender esse

18 O valor de uso (VU) é uma razão simples entre o número de usos citados para uma planta, dividido pelo número de usos, informados por pessoas, para essa planta. A esse respeito, recomendamos consultar Medeiros *et al.* (2011) para ter acesso às diferentes medidas de importância relativa de um recurso que foram concebidas pelos etnobotânicos ao longo dos últimos 20 anos, bem como às variações propostas para o cálculo do VU.

fenômeno não seriam capazes de estabelecer uma relação significativa; e c) estariam esses dados indicando que, embora importante, a disponibilidade ambiental não é a única variável que explica o fenômeno?

Podemos avançar na busca de respostas para essas perguntas ao considerar os estudos que avaliaram a HAE analisando as categorias de uso separadamente. Apesar de Maldonado *et al.* (2013) encontrarem relações positivas entre a disponibilidade ambiental de um recurso e a sua importância em diversas categorias, a maioria das investigações disponíveis aponta que a HAE é sustentada apenas em alguns dos conjuntos de plantas com dinâmica de uso semelhante, mas não em todos (ver Phillips & Gentry 1993a, 1993b; Lawrence *et al.* 2005; Lucena *et al.* 2007, 2012) (Tab. 1). Em diversas realidades, a HAE é sustentada apenas (ou em maior expressão) pela categoria “construção” (ver Lawrence *et al.* 2005; Lucena *et al.* 2007, 2012), por exemplo, indicando que a seleção de espécies para tal categoria sofre forte influência da sua disponibilidade ambiental. Outras categorias, por sua vez, comportam-se de forma pouco previsível, apresentando relações positivas entre disponibilidade e importância das plantas em alguns estudos e negativas em outros. A esse respeito, podemos citar como exemplo investigações em que a categoria medicinal se mostra robustamente explicada pela disponibilidade ambiental (Lucena *et al.* 2007), enquanto que em outros estudos isso não foi registrado (Phillips & Gentry 1993a, 1993b; Lucena *et al.* 2012). Ademais, há diferenças nos parâmetros fitossociológicos que melhor explicam as relações estudadas. A dominância, e não outras estimativas de aparência, normalmente é a variável que melhor explica a importância relativa de uma planta na categoria “construção”, indicando que o volume das espécies é mais importante do que a sua distribuição espacial (Frequência Relativa) ou abundância (Densidade Relativa).

Portanto, quando as diferentes categorias de uso são analisadas isoladamente, chegamos a três principais conclusões que ajudam a responder os questionamentos há pouco apresentados: a) as diferentes categorias podem corroborar ou não a HAE; b) quando uma categoria sustenta a hipótese, ela o faz em maior ou menor grau, a depender do contexto ambiental; e c) quando os parâmetros fitossociológicos comprovam a

hipótese, os de maior expressão (mais explicativos) variam entre as categorias de uso (Tab. 1).

As evidências sugerem, assim, que as categorias de uso apresentam dinâmicas distintas e que diferentes fatores podem influenciar o conhecimento dos recursos nessas categorias. Dessa forma, analisar todo o grupo de plantas para o mesmo teste pode distorcer uma realidade complexa. Além disso, o IVI pode ser um útil parâmetro de disponibilidade em categorias de uso que demandem plantas volumosas, como é o caso da categoria “construção”, que, ao contrário da categoria “medicinal”, apresenta outros requerimentos. O uso diferencial tem implicações do ponto de vista da conservação, sobretudo no caso da categoria “construção”, que, historicamente, vem sendo apontada como uma das que mais exerce pressão sobre áreas de vegetação nativa (Dahdouh-Guebas *et al.* 2000). Assim sendo, o fato de que, para essa categoria, a disponibilidade ambiental exerce considerável influência na seleção de espécies pode indicar que o uso está direcionado às espécies com maior oferta de madeira, seja esta oferta expressa pela densidade relativa ou pela dominância.

Aliado a isso, é preciso ter em mente que o processo de aproveitamento de recursos em função da sua disponibilidade é dinâmico, podendo levar à diminuição do uso de certas espécies conforme a oferta ambiental decresce. Quando o manejo não ocorre no sentido de favorecer, no ambiente, as espécies úteis, mas unicamente no sentido de explorá-las, a própria relação entre a disponibilidade e a importância das espécies costuma enfraquecer, pois, se as plantas mais disponíveis são as mais usadas e, portanto, as mais manejadas, a população vegetal tende ao declínio. Nesse sentido, a importância local das espécies, medida pelo VU, pode variar ao longo do tempo em resposta a diferentes pressões ambientais (Lawrence *et al.* 2005) ou sociais.

Tabela 1. Sumarização dos principais resultados dos estudos que testaram a hipótese da aparência ecológica (HAE) em uma perspectiva etnobotânica. DoR = Dominância Relativa; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; IVI = Índice de Valor de Importância.

Categoria de uso	Abundância	Parâmetros de aparência				
		Área basal	DoR	DR	FR	IVI
alimentício				x		
madeireiro		x				
medicinal					x	x
todos os usos	x		X		x	x

Hipótese da aparência ecológica (HAE) à luz da teoria do forrageamento ótimo (TFO) – uma nova perspectiva

Embora a HAE tenha sido relativamente bem estudada, poucos trabalhos procuraram explicar quais são os processos ecológicos responsáveis pela relação existente entre a disponibilidade ambiental de uma espécie e o seu conhecimento e uso local. Phillips & Gentry (1993b) argumentaram, como já mencionado, que a importância de um recurso se relaciona com a sua oferta no ambiente, pois as pessoas têm maior possibilidade de experimentar e validar um conhecimento utilizando as espécies mais disponíveis. A explicação dos autores é sustentada por argumentos probabilísticos e não ecológicos. Ao explicarem suas descobertas, os outros estudos relacionados com a hipótese utilizam essa mesma lógica.

Assim, propomos, aqui, refletir teoricamente acerca da HAE a partir das predições da teoria do forrageamento ótimo (TFO). Segundo essa teoria, os comportamentos dos seres humanos refletem uma tentativa de otimizar o retorno durante os eventos de coleta e extração de plantas. Existem basicamente duas variáveis nos eventos de forragem que se contrabalançam e determinam o comportamento de coleta: a) a energia gasta na busca do recurso e b) o retorno, energético ou de outra natureza, oferecido pela coleta em si. Os comportamentos de forragem devem otimizar essa relação, aumentando o volume coletado ou reduzindo a energia gasta. Ao assumir que existe uma relação entre a disponibilidade

e a importância relativa de um recurso, a HAE segue a lógica de otimização prevista pela TFO, pois os recursos mais importantes são justamente aqueles com maior disponibilidade, ou seja, os que garantem uma exploração contínua e em maior quantidade (maior benefício) com menos gasto de energia durante a busca (menor custo).

Observando o fenômeno da coleta/extração em detalhes, podemos estabelecer uma relação direta com a dinâmica evolutiva, na medida em que esse fenômeno sofre influências dos mecanismos de variação, seleção, competição e hereditariedade, bem como questionar quais motivos, por exemplo, explicam a eleição de plantas para fazer parte do conjunto de práticas e conhecimentos de uma população. Vejamos alguns possíveis motivos: a) a variação das características dos recursos, sobretudo em relação à sua oferta (disponibilidade), o que fornece um cenário material no qual diferentes comportamentos de coleta são possíveis conforme a diversidade dessas características; b) em uma perspectiva evolutiva, esses distintos comportamentos competem entre si porque apresentam a mesma função cultural (selecionar plantas a serem utilizadas) e produzem resultados distintos; c) ao competirem entre si, os comportamentos mais adaptativos evidentemente serão favorecidos pela seleção natural; d) a adaptabilidade de um comportamento selecionado pode ser fruto de vieses presentes no ato da escolha, ou seja, de tendências cognitivas, que favorecem algumas características intrínsecas ao recurso vegetal, tornando-o, por exemplo, mais memorável; e e) esses comportamentos, em princípio mais adaptativos, serão fixados na população por meio do aprendizado social, permitindo que o sistema acumule informações e evolua ao longo do tempo.

Considerando-se esses processos evolutivos, imaginemos novamente a incorporação de uma planta em uma cultura e adicionemos, a este pensamento, as premissas da TFO. Para ser conhecido e utilizado, um recurso passa pelos crivos do processo de construção do conhecimento e, portanto, deve ser percebido, reconhecido, experimentado e validado socialmente. A primeira relação de custo-benefício que determina o conjunto de recursos vegetais conhecidos e utilizados ocorre durante os eventos iniciais da construção desse conhecimento. Produzir novas informações sobre qualquer recurso natural demanda tempo e energia,

e, segundo as premissas da TFO, os comportamentos atuais são frutos da seleção natural que favorece os comportamentos ótimos. Portanto, a construção de um conhecimento só terá valor adaptativo quando esse conhecimento estiver associado a um conjunto de recursos que permita a sua realização, ou seja, que garanta um retorno, também ótimo, sustentado, evidentemente, pela maior disponibilidade do recurso.

Nosso posicionamento baseia-se na oferta do recurso. Entretanto, diferentemente de Phillips e Gentry (1993a; 1993b), que ressaltam a riqueza de usos citados pelas pessoas, defendemos que a disponibilidade influencia o conhecimento por refletir uma estrutura ótima que, por sua vez, segue duas razões básicas: a) a otimização e segurança na obtenção de recursos, de maneira que espécies mais abundantes ofereçam maior garantia de disponibilidade para extração, e b) maior probabilidade de encontrar as espécies mais abundantes e, portanto, já conhecidas e úteis em eventos de coleta aleatórios. A segurança no uso dos recursos encontra ressonância na argumentação apresentada inicialmente por Albuquerque (2010) para explicar por que populações do semiárido brasileiro usam produtos perenes para fins medicinais, mesmo quando recursos não perenes possuem melhor qualidade ou eficiência terapêutica. O mesmo princípio pode ser, então, utilizado para explicar por que as plantas mais disponíveis tendem a se sobressair no que concerne à utilização por populações locais.

Essa primeira relação, de favorecer as plantas mais disponíveis durante os processos de produção do conhecimento, sustenta uma segunda: a de garantir o acesso aos recursos vegetais em quantidades desejadas (Albuquerque 2010). Esta última é bem explícita na categoria de uso “construção”, citada anteriormente, que apresentou, em muitos trabalhos, relações significativas com a dominância relativa ou área basal das espécies úteis. Assim, a dinâmica de uso específica dessa categoria, ou seja, a demanda por espécies com maior porte e com grandes quantidades, levou à conquista de maiores valores de uso para espécies com maior disponibilidade ambiental.

Já apresentamos como as premissas ótimas teoricamente embasam o comportamento de uso dos recursos previsto pela HAE, no caso, a relação entre disponibilidade ambiental e importância relativa. Entretanto, falta compreendermos como a utilização diferencial nas categorias de uso

pode ser explicada a partir de uma relação de custo-benefício. A TFO prevê que o retorno pode ser compreendido não apenas pela quantidade explorada (volume), mas também pela qualidade do recurso que é coletado, como maior densidade da madeira, melhor sabor, maior teor nutritivo ou requerimentos específicos para determinado uso (Soldati & Albuquerque 2012). Essa premissa justifica as diferenças na HAE relacionadas às distintas categorias de uso e traz à tona dois questionamentos: a) por que se registra uma fraca relação nas categorias que corroboram a hipótese?; e b) por que algumas categorias não sustentam tal hipótese?

Os dois questionamentos podem ser explicados pelas diferenças nos requerimentos. Tomemos, como exemplo, a categoria “construção”, considerando seus diferentes usos, e a categoria “medicinal”. A construção engloba uma grande variedade de demandas, como edificar uma morada ou um abrigo para animais. Nossos estudos indicam que os recursos preferidos para a produção de uma morada são relativamente mais abundantes por garantirem maior volume de extração e, também, maior qualidade a fim de que a edificação não sucumba com o tempo (Medeiros *et al.* 2011; 2012). Já as exigências para construir um galinheiro, por exemplo, são menores, não ocorrendo uma seleção dos recursos que dependa tão intensamente da qualidade desses recursos. Portanto, há usos que necessitam de disponibilidade e qualidade, enquanto outros necessitam somente de disponibilidade. Como resultado, a categoria “construção” tende a corroborar a HAE. Por outro lado, o aproveitamento ótimo das espécies medicinais não segue a mesma lógica das espécies utilizadas na construção, que é um misto de qualidade e quantidade (volume), mas pauta-se, principalmente, pela qualidade do recurso, expressa pelo tipo de composto bioativo (responsável pelo efeito terapêutico) presente na planta. Nesse sentido, estudos realizados no semiárido brasileiro, por exemplo, têm encontrado fortes relações entre a presença de certos compostos bioativos e o emprego de espécies para determinados fins terapêuticos (Almeida *et al.* 2005; Araújo *et al.* 2008; Alencar *et al.* 2009, 2010).

Diante do exposto, acreditamos que as categorias de uso, pelo fato de apresentarem requerimentos de natureza específica, terão necessariamente situações ótimas de natureza também distintas, o que explica a presença ou ausência da relação entre disponibilidade e importância

local prevista pela HAE. Por exemplo, a disponibilidade ambiental é determinante nos comportamentos de coleta para categorias que necessitam menos de recursos de alta qualidade ou para categorias que demandam plantas abundantes e de melhor qualidade, como é o caso dos usos para construção. Já os usos medicinais demandam menos quantidade e mais qualidade, de forma que, como os testes da HAE não contemplam variáveis de natureza qualitativa, essa categoria apresentou pouca relação entre aparência e VU. Em suma, podemos afirmar que: a) categorias regidas apenas pela disponibilidade respondem muito bem ao modelo; b) categorias regidas por disponibilidade e qualidade (como construção) respondem bem ao modelo (mas parte da variação não explicada se dará pela qualidade); e c) categorias sem interferência da disponibilidade não respondem ao modelo.

Comportamentos generalistas e especialistas no contexto da HAE

As duas dimensões presentes nos recursos vegetais, qualidade e quantidade, apresentadas anteriormente, incitam outros questionamentos sobre padrões de coleta e, portanto, de uso de plantas que têm como pano de fundo as relações ótimas que merecem aqui ser discutidas: as relações previstas pela HAE são sensíveis aos contextos ambientais em que se enquadram as populações humanas? Caso positivo, em quais situações e contextos tais relações serão favorecidas?

Assim como os forrageadores não humanos, as pessoas podem comportar-se de maneira especializada ou generalista, o que implica que os padrões de seleção de recursos vegetais por comunidades locais podem seguir o mesmo princípio. De um lado, o retorno ótimo pode ser alcançado pela exploração das espécies mais disponíveis, sem discriminação entre os recursos, sejam estes de maior qualidade ou não (Fig. 1). Esse padrão generalista resulta em uma grande quantidade de recursos extraídos, havendo pouco gasto de energia e reduzindo as distâncias entre os eventos de coleta. Por outro lado, em determinados contextos, a otimização do forrageamento centra-se na seleção das espécies de melhor

qualidade, mesmo que estas demandem mais tempo e energia para coleta (padrão especialista) (Fig. 1). Nesse sentido, apesar de muito investimento energético na busca, os recursos de alta qualidade garantem grande retorno, resultando em uma relação também ótima.

De um modo geral, há evidências de que regiões escassas em recursos estimulam padrões de coleta generalistas, ao passo que áreas com alta disponibilidade de recursos favorecem a especialização da coleta (ver Marufu *et al.* 1997; Top 2004). Isso ocorre porque, em regiões menos produtivas, com menor disponibilidade de recursos, a busca pelos recursos de melhor qualidade seria excessivamente custosa, o que não compensaria a aplicação dessa estratégia (Fig. 1). Um exemplo interessante pode ser encontrado em uma pesquisa que testou as premissas da HAE para espécies utilizadas como forrageiras em uma região árida com alta variabilidade ambiental no Marrocos (Linstädter *et al.* 2013). Os resultados mostraram que a importância local de uma planta forrageira não é explicada por critérios locais relacionados com a qualidade da espécie para esse uso, como “valor nutritivo” e “palatabilidade”, mas, sim, pelo tempo de vida (visibilidade), pela abundância e pela frequência dessa espécie no ambiente, ou seja, por sua disponibilidade. Em contrapartida, em ambientes com alta disponibilidade de recursos, os forrageadores (humanos ou não humanos) podem investir tempo e energia na procura de espécies de melhor qualidade para dados fins.

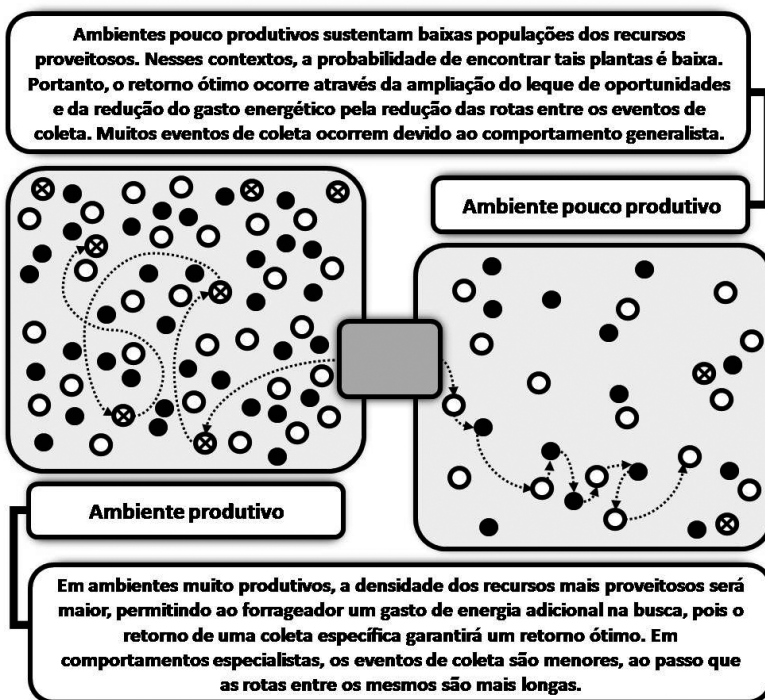


Figura 2. Relação entre produtividade ambiental e comportamentos de forrageio. As esferas negras, brancas e cruzadas correspondem, respectivamente, a recursos vegetais pouco proveitosos, proveitosos e muito proveitosos. Observemos que a densidade e frequência dos recursos mais proveitosos são menores nos ambientes pouco produtivos, incentivando uma coleta generalista.

Em contextos de escassez de recursos, o fato de a coleta ser generalista aumenta a probabilidade de as espécies mais disponíveis serem as mais frequentemente coletadas e, portanto, as que fariam parte do repertório de espécies úteis de forma mais conspícua, adquirindo maior importância em dada cultura. Em paralelo com essa ideia, plantas aparentes em ambientes áridos com alta variabilidade podem ser mais importantes porque também oferecem uma maior segurança no uso, uma vez que nesses ambientes as espécies não aparentes somente estão disponíveis em certos períodos (Linstädter *et al.* 2013). Essa segurança reflete um retorno ótimo para as comunidades que vivem em ambientes com alta variabilidade e escassez de recursos.

Já os ambientes com alta disponibilidade ambiental nem sempre exibem padrões de coleta especializada. Em uma realidade com alta disponibilidade de recursos, a proibição legal da extração acaba por produzir padrões mistos na seleção de espécies utilizadas (Medeiros *et al.* 2011; 2012), de modo que, em uma mesma comunidade, podem estar igualmente presentes os padrões generalista e especialista. A lógica desse comportamento misto reside, em alguns casos, na presença de fiscalização nas áreas de floresta, fator que pode ser considerado análogo à presença de predadores em um sistema de forrageamento clássico (animais não humanos). A esse respeito, a TFO aponta que a seleção dos locais de coleta e dos comportamentos adotados para sua execução é determinada também pela presença de potenciais predadores, ou seja, pelo perigo do forrageio.

No caso de produtos madeireiros, pode-se optar por passar menos tempo exposto ao “predador” (fiscalização) e coletar, sem muitos critérios, as plantas que estiverem presentes nos locais mais acessíveis, que, por probabilidade, serão as mais disponíveis. Estas, por não serem necessariamente as de melhor qualidade, fazem com que o coletor tenha de voltar mais vezes à vegetação. Outra possibilidade seria passar, em um evento de coleta, mais tempo exposto à fiscalização para, em compensação, selecionar as plantas de melhor qualidade, que terão maior durabilidade e exigirão menos reposição, diminuindo, desse modo, o número de eventos de coleta. Em alguns casos, as duas estratégias podem, ao final, resultar na mesma relação custo-benefício, o que explicaria a presença de ambas em determinados contextos.

Assim, as pessoas podem criticamente ajustar as suas estratégias de forrageio conforme o contexto em que se inserem. É importante pontuar que a maleabilidade na escolha de comportamentos de natureza distinta ou antagonica em relação ao contexto ambiental e social é apresentada e compreendida em estudos de transmissão de conhecimento como Estratégias Evolutivamente Estáveis (Cowden 2012). Diante disso, uma pergunta de investigação interessante que emerge dessas afirmações é: como as pessoas fazem esses ajustes em seu comportamento? A **teoria dos jogos** pode ser uma ferramenta analítica para ajudar na compreensão dessas diferentes estratégias, pois procura “entender as interações

entre dois ou mais indivíduos quando os custos e benefícios dessas interações dependem das estratégias de cada um” (Cowden 2012).

Aplicando a hipótese da aparência ecológica (HAE) e outras hipóteses para compreender a seleção e o uso dos recursos naturais: o caso das plantas medicinais¹⁹

Também podemos usar o cenário proposto pela HAE, bem como por outras teorias ecológicas, para explicar a estrutura de farmacopeias de comunidades locais, fazendo um esforço para predizer os traços característicos dessas farmacopeias (Tab. 2). Stepp (2004), por exemplo, propôs que a HAE poderia explicar a grande representatividade de ervas nas farmacopeias de comunidades tradicionais em todo o mundo. Para compreender essa afirmação, é necessário apresentarmos os desdobramentos químicos da HAE. Segundo Fenny (1976), as plantas aparentes, em geral árvores de grande volume, tendem a produzir grande quantidade de compostos químicos de alto peso molecular, ou seja, efetivos em grandes concentrações, nomeando essa estratégia como quantitativa. Já as plantas pouco aparentes, efêmeras em seu ciclo de vida, produzem pouca quantidade de compostos defensivos de baixo peso molecular, ou seja, efetivos em pequenas concentrações, estratégia essa denominada de qualitativa. Como a maioria das ervas apresenta ciclo de vida curto e é efêmera (não aparente), acumularia compostos que seriam fortemente bioativos e, portanto, de grande utilidade para tratar doenças humanas. Assim, podemos assumir que as plantas herbáceas, utilizadas por comunidades tradicionais, comporiam um grupo de plantas potencialmente mais promissoras a serem incorporadas em uma cultura. Da mesma forma, nesses recursos, poderíamos concentrar nossos esforços de bioprospecção.

Outra hipótese que tenta explicar a distribuição das defesas nas plantas e que pode contribuir para a compreensão do uso de plantas medicinais é a hipótese da disponibilidade de recursos (HDR). A diferença entre a HAE e a HDR reside no fato que esta utiliza uma lógica de custo-benefício

19 Alguns trechos aqui são oriundos, com adaptações, do artigo publicado por Albuquerque *et al.* (2012) e reproduzidos com a permissão do Publisher.

para explicar a resposta das plantas à herbivoria (Endara & Coley 2011), ou seja, propõe que a taxa de crescimento das espécies, que é influenciada pela disponibilidade de recursos no ambiente, contribui para que existam diferenças na forma como as plantas investem em defesas anti-herbivoria. De maneira simplificada, segundo essa hipótese, o investimento em defesa depende de a planta ser de crescimento rápido ou de crescimento lento e de o ambiente ser rico ou pobre em recursos. Assim, plantas encontradas em ambientes com alta disponibilidade de recursos tendem a apresentar crescimento rápido, porque nesses ambientes a competição por espaço é maior, sendo mais vantajoso investir em crescimento ao invés de defesa. No caso de plantas encontradas em ambientes pobres ou limitados, ou seja, submetidas à baixa disponibilidade de recursos, a competição por espaço é relativamente menor, de modo que o investimento se volta à defesa anti-herbivoria, e não ao crescimento.

Diante do exposto, a HDR prevê que: *“(I) espécies adaptadas a ambientes ricos têm taxas de crescimento intrinsecamente mais rápidas do que espécies adaptadas a ambientes pobres, (ii) espécies de crescimento rápido têm vida mais curta do que espécies de crescimento lento, (iii) espécies de rápido crescimento têm menor quantidade de defesas constitutivas do que espécies de crescimento lento, e (iv) espécies de crescimento rápido suportam maiores taxas de herbivoria do que espécies de crescimento lento”* (Endara & Coley 2011).

Stepp & Moerman (2001), por sua vez, sugeriram que ambas as hipóteses, HDR e HAE, podem explicar o uso e a seleção de plantas medicinais por comunidades locais, uma vez que, em várias partes do mundo, as plantas medicinais usadas por diferentes grupos humanos são predominantemente ervas. Se isso for, de fato, um padrão global, é possível prever em que tipos de ambientes existe maior probabilidade de encontrar plantas potencialmente medicinais, de acordo com a sua composição florística. A figura 2, a seguir, ilustra o possível gradiente em riqueza de plantas medicinais, o qual é sustentado por diversos estudos e sugere serem os ambientes antropizados e as florestas secundárias os mais ricos em vegetais com potencial terapêutico (ver Voeks 1996).

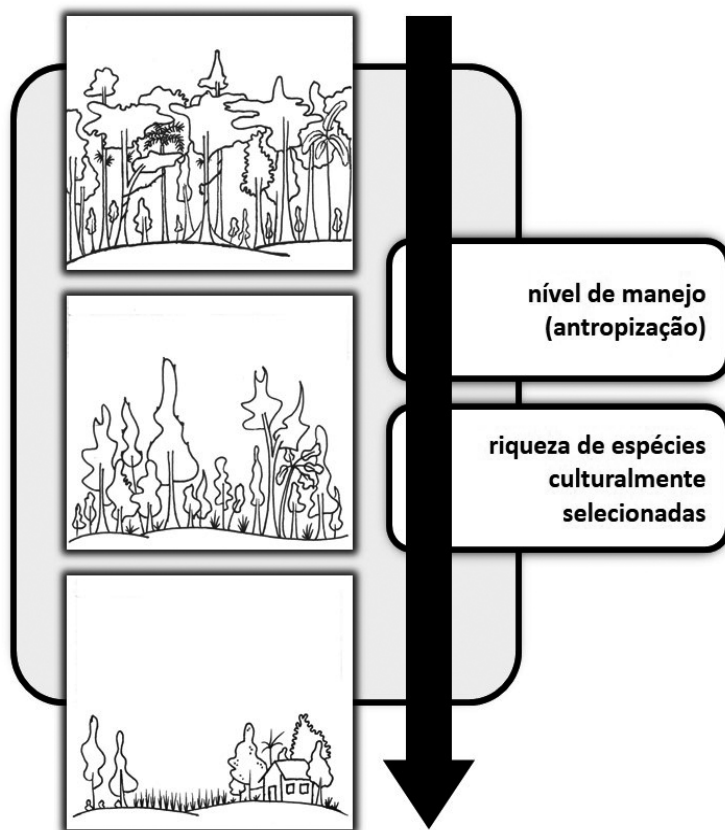


Figura 2. Representação esquemática de uma implicação da hipótese da aparência ecológica (HAE) aplicada à utilização e seleção de plantas medicinais por populações locais (adaptado de Albuquerque & Lucena 2005). Se, de fato, as farmacopeias mundiais são dominadas por ervas que são selecionadas por diferentes culturas em função de sua bioatividade, podemos afirmar que existe um gradiente de ambientes em que seria possível encontrar maior riqueza de plantas medicinais em função de uma predominância nas ocorrências de plantas de hábito herbáceo ou de ciclo de vida curto.

Tabela 2. Traços característicos preditos para as farmacopeias de comunidades locais com base na aplicação das predições da hipótese da aparência ecológica (HAE) e da hipótese da disponibilidade de recursos (HDR).

Características da farmacopeia	Plantas aparentes (HAE) / plantas de crescimento lento (HDR)	Plantas não aparentes (HAE) / plantas de crescimento rápido (HDR)
Importância “cultural” de dada planta para as comunidades locais	Baixa	Alta
Bioatividade das plantas	Baixa	Alta
Ocorrência (investimento) em metabólitos secundários de alto peso molecular. Exemplo: taninos	Alta	Baixa
Ocorrência (investimento) em metabólitos secundários de baixo peso molecular. Exemplo: alcaloides	Baixa	Alta
Variedade de defesas químicas	Alta	Baixa

Assumindo que existem diferenças na importância cultural de plantas de determinada farmacopeia, em função de seu hábito, esperaríamos que plantas herbáceas tivessem destaque nos sistemas médicos locais, como resultado da tendência de produzir compostos fortemente bioativos (e, não raro, muito tóxicos), especialmente alcaloides e terpenos, que apresentam ampla gama de atividades biológicas de interesse médico e farmacêutico. Por sua vez, a quantidade de defesas químicas (ou investimento) seria menor em tal grupo pelas seguintes razões: as plantas fariam um investimento qualitativo para atuar sobre alvos específicos, sendo eficazes contra herbívoros generalistas e tendo um baixo custo de defesa, associado a um impacto negativo da herbivoria (Endara & Coley 2011).

Contudo, essas premissas são suportadas por dados empíricos? As informações atualmente disponíveis para avaliar tais predições foram produzidas no contexto de estudos etnobotânicos em comunidades rurais

do nordeste do Brasil, especialmente em ambientes semiáridos marcados por uma forte sazonalidade climática. Passemos, agora, a analisar a consistência de tais predições ante as investigações disponíveis.

Importância cultural de plantas aparentes e não aparentes: estudos comparativos feitos com espécies nativas empregadas como medicinais por comunidades locais em ambiente de caatinga (floresta tropical seca) do nordeste brasileiro não suportam a predição de que as plantas não aparentes possuem maior importância cultural (Almeida *et al.* 2005; 2011), conforme previsto por Stepp (2004) ao discutir os desdobramentos da HAE. De modo geral, o hábito não é um preditor da importância relativa de uma planta usada como medicinal, seja na caatinga, seja na mata atlântica (Almeida *et al.* 2011). Inclusive, as plantas arbóreas tendem a ser mais importantes para as comunidades que vivem em ambientes sazonais (Alencar *et al.* 2010; Almeida *et al.* 2011). Muitos estudos realizados no semiárido brasileiro reforçam as evidências relativas à importância das plantas lenhosas para as comunidades locais (Albuquerque *et al.* 2007).

Já sugerimos, no tópico anterior, que o comportamento de forrageio das comunidades locais, voltado para o uso de recursos perenes, pode ter sido selecionado como uma estratégia adaptativa para garantir o acesso contínuo ao recurso, conferindo segurança ao sistema. Em ambientes como a caatinga do nordeste brasileiro, as ervas e as folhas de plantas lenhosas caducifólias encontram-se disponíveis por um curto espaço de tempo (normalmente de dois a quatro meses), e essa oferta, muitas vezes, não é previsível em face das variações que podem ocorrer entre os anos (hipótese da sazonalidade climática) (ver Albuquerque 2010).

As pessoas na caatinga usam, com muita frequência, as cascas do caule de plantas lenhosas (estrutura perene) (Ferreira Júnior *et al.* 2011) para diferentes indicações terapêuticas, mesmo que outras estruturas se encontrem disponíveis para as mesmas finalidades (folhas ou plantas herbáceas). Monteiro *et al.* (2006 a; 2006b) notaram evidências de que as pessoas tendem a usar as cascas do caule de uma planta medicinal em detrimento das folhas, mesmo que estas tenham maior concentração dos compostos ativos que provavelmente respondem pela atividade biológica. Essas evidências têm importantes implicações para estudos de bioprospecção, uma

vez que, em ambientes com características marcadamente sazonais, em que há abundância de plantas decíduas, é possível que as pessoas não tenham selecionado necessariamente recursos que oferecem a melhor atividade biológica, contrariando uma das premissas básicas que orienta os estudos de bioprospecção baseados no conhecimento local.

Investimento das plantas aparentes e não aparentes em defesas qualitativas: novamente, os estudos disponíveis para ambientes sazonais não suportam inteiramente a predição de que plantas não aparentes investem mais em defesas qualitativas do que as plantas aparentes, por duas razões: a) as plantas não aparentes (ervas, por exemplo) não investem em defesas qualitativas de forma significativa se comparadas com as plantas aparentes (árvores, por exemplo); e b) as plantas aparentes apresentam maior ocorrência de investimento qualitativo (Almeida *et al.* 2005, 2011; Alencar *et al.* 2009). A conclusão mais importante que podemos tirar desses estudos é a de que a aparência não é preditora da ocorrência de determinadas classes de compostos químicos. Todavia, os estudos de Almeida *et al.* (2011) produziram novas perspectivas. Os autores testaram se a HAE explicaria a seleção de plantas medicinais por populações em ambientes de caatinga e mata atlântica. Apesar de os autores rejeitarem claramente essa hipótese, um padrão curioso emergiu dos dados: as plantas da região semiárida tenderam significativamente a investir mais em defesas quantitativas (baseadas em compostos fenólicos, como taninos) do que plantas da floresta úmida, que apresentou alta ocorrência de compostos qualitativos (alcaloides, por exemplo), especialmente nas plantas não aparentes. Apenas os flavonoides foram notadamente muito frequentes em plantas de ambas as regiões. Esse é um padrão curioso, pois, mesmo que algumas espécies sejam encontradas no mesmo ambiente, estas tendem a apresentar diferenças em seu metabolismo secundário. Embora possamos pensar por esse caminho, Herms & Matson (1992) sugeriram, com base em evidências experimentais, que essa variação no metabolismo secundário resulta de “*mudanças reguladas nas vias biossintéticas em resposta a estímulos ambientais, mais do que uma resposta incidental à variação ambiental*”. Nesse sentido, podemos admitir que essa regulação ocorra nas vias biossintéticas em função de variações ecogeográficas

(entre ecossistemas diferentes, por exemplo) que se expressam por diferenças na intensidade luminosa, na disponibilidade de água e no equilíbrio entre carbono e nitrogênio.

O fato de, até o momento, as hipóteses testadas apresentarem fraco poder preditivo para explicar a seleção de plantas medicinais em farmacopeias tradicionais de ambientes sazonais, indica a existência de outros fatores que podem atuar em conjunto para explicar o fenômeno. No contexto dos estudos de herbivoria, por exemplo, a HAE conquistou bastante aceitabilidade, sendo suportada por muitas pesquisas empíricas (Endara & Coley 2011). Todavia, apesar de as evidências disponíveis rejeitarem as suas previsões quando aplicadas aos estudos etnobotânicos realizados até o momento, são necessários novos testes com plantas e comunidades que vivem em outros ambientes.

O investimento de plantas de crescimento rápido e de crescimento lento em defesas químicas: a HDR prediz que plantas de crescimento rápido não investem fortemente em defesas. Alencar *et al.* (2010) descobriram que não há diferenças entre a diversidade química de plantas medicinais lenhosas (aparentes) e herbáceas (não aparentes) usadas em uma região do semiárido brasileiro. Por sua vez, todos os estudos conduzidos em relação à caatinga ilustram que, independentemente do hábito, os compostos fenólicos, especialmente os taninos, são muitos abundantes e frequentes se comparados a outros compostos (Almeida *et al.* 2005, 2011; Alencar *et al.* 2009). Entretanto, em sua revisão, Endara & Coley (2011) afirmaram que, de fato, plantas de crescimento rápido fazem menor investimento em defesas químicas. Porém, essa previsão aparentemente não se cumpre quando isolamos o componente de uso medicinal de uma flora local.

Os dados de Alencar *et al.* (2010) produziram outros interessantes achados. Os autores verificaram que existia uma significativa diferença entre a diversidade química de plantas nativas e exóticas utilizadas como medicinais, suportando as previsões da hipótese da diversificação (Albuquerque 2006), segundo a qual as comunidades locais introduzem plantas exóticas em seu repertório de plantas medicinais nativas para diversificar quimicamente e, por conseguinte, diversificar os alvos terapêuticos. Essa ideia é suportada por Almeida *et al.* (2011), que mostraram

que diferentes ambientes tendem a apresentar determinado perfil fitoquímico e que variações ecogeográficas podem modular as diferentes vias biossintéticas, a exemplo da tendência para a produção de compostos de alto peso molecular, como taninos, em ambientes semiáridos e áridos (ver Gottlieb *et al.* 1996).

Outra predição da HDR é a de que espécies encontradas em ambientes ricos em recursos crescem mais rapidamente do que as que vivem em ambientes pobres em recursos (Endara & Coley 2011). No caso do ambiente da caatinga, rico em luminosidade, mas com *déficit* hídrico, as plantas lenhosas crescem muito lentamente em relação às herbáceas, que crescem rapidamente e em curto período de tempo quando ocorre a chegada das chuvas. Diante disso, poderíamos esperar, por exemplo, no caso de plantas lenhosas, que as folhas que crescem rapidamente no período de chuvas apresentem menor concentração de determinados compostos químicos do que outras estruturas perenes que crescem mais lentamente, como as cascas do caule. A espécie *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico) segue esse padrão, apresentando maior concentração de taninos nas cascas do caule que na folha, diferentemente da espécie *Myracrodruon urundeuva* Allemão (aroeira), que cresce no mesmo ambiente, mas adota uma estratégia diferente (Monteiro *et al.* 2006b).

A bioatividade em plantas de crescimento rápido e em plantas de crescimento lento: Coley *et al.* (2003), em um estudo de bioprospecção ecológicamente guiado, verificaram que a forma de crescimento de uma planta é fracamente relacionada com a atividade biológica (no caso de bioensaios contra três linhagens de células cancerígenas, leishmaniose, malária e doença de Chagas), apesar de os extratos de arbustos e árvores serem os mais ativos. Os apontamentos de Donaldson & Gates (2004) reforçaram essa tendência ao registrarem maior citotoxicidade contra linhagens celulares de carcinoma epitelial em extratos de folhas de plantas perenes do que em folhas de perenes decíduas e ervas perenes, bem como de espécies anuais que apresentaram a menor atividade. Pelo que sabemos, não existem trabalhos que avaliem essa predição no contexto de uma investigação etnobiológica.

Embora as evidências aqui apresentadas tenham uma interpretação limitada em face de terem sido produzidas basicamente pelo mesmo grupo

de pesquisa e no mesmo ambiente (caatinga, semiárido brasileiro), é possível fazer algumas inferências. Apesar de a HAE e a HDR terem oferecido um cenário plausível para o teste de hipóteses na pesquisa etnobotânica, ambas não parecem explicar totalmente o comportamento das comunidades locais na construção de suas farmacopeias. Isso não sugere que tais hipóteses devam ser descartadas, mas que novos estudos precisam ser realizados, incorporando diferentes predições e pesquisas em diferentes ambientes. Por fim, avaliando o cenário que apresentamos, podemos sugerir a necessidade de testar algumas premissas da HAE e da HDR em função do uso de plantas pelas comunidades humanas. As evidências disponíveis, embora poucas e limitadas geograficamente, sugerem que as populações humanas podem ter adaptado o uso de recursos nas suas práticas médicas às estratégias de crescimento e defesa das plantas.

Considerações finais

Neste capítulo, buscamos apresentar informações que sustentem a afirmação de que o comportamento das pessoas pode ser influenciado pelo contexto ecológico. Nesse sentido, as práticas locais apresentam mecanismos e propriedades adaptadas aos contextos ambientais nos quais foram desenvolvidas.

A aplicação da HAE e da HDR, junto à TFO, sugere que as populações humanas otimizam seu comportamento de forrageamento. Contudo, não explicam todas as facetas da seleção e dos usos de tais recursos, talvez, devido ao seu fraco poder preditivo ou ao fato de as evidências hoje disponíveis terem sido construídas com base em poucos estudos, geograficamente limitados, e em abordagens metodológicas, algumas vezes, diversas, o que torna a comparação entre os resultados virtualmente difícil.

Referências

Albuquerque UP. 2006. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2(30).

- Albuquerque UP, Lucena RFP. 2005. Can apparency affect the use of plants by local people in tropical forests?. *Interciencia* 30: 506-510.
- Albuquerque UP, Medeiros PM, Almeida ALS, Monteiro JM, Lins Neto EMF, Melo JG, Santos JP. 2007. Medicinal plants of the Caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. *Journal of Ethnopharmacology* 114: 325-354.
- Albuquerque UP. 2010. Implications of ethnobotanical studies on bioprospecting strategies of new drugs in semi-arid regions. *The Open Complementary Medicine Journal* 2: 21-23.
- Albuquerque UP, Ramos MA, Melo JG. 2012. New strategies for drug discovery in tropical forests based on ethnobotanical and chemical ecological studies. *Journal of Ethnopharmacology* 140: 197-201.
- Alencar NL, Araújo TAS, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2009. Can the apparency hypothesis explain the selection of medicinal plants in an area of Caatinga vegetation? A chemical perspective. *Acta Botanica Brasilica* 23: 910-911.
- Alencar NL, Araújo TAS, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2010. The inclusion and selection of medicinal plants in traditional pharmacopoeias – evidence in support of the diversification hypothesis. *Economic Botany* 64: 68-79.
- Almeida CFCBR, Silva TCL, Amorim ELC, Maia MBS, Albuquerque UP. 2005. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the Caatinga (Northeast Brazil). *Journal of Arid Environments* 62: 127-142.
- Almeida CFCBR, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2011. Insights into the search for new drugs from traditional knowledge: an ethnobotanical and chemical-ecological perspective. *Pharmaceutical Biology* 49: 864-873.
- Araújo TAS, Alencar NL, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2008. A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. *Journal of Ethnopharmacology* 120: 72-80.
- Berkes F, Folke C. 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. In: Berkes F, Folke C. (eds.). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, Cambridge University Press. p.1-26.
- Coley PD, Heller MV, Aizprua R, Araújo B, Flores N, Correa M, Gupta M, Solis PN, Ortega-Barría E, Romero LI, Gómez B, Ramos M, Cubilla-Rios L, Capson TL, Kursar TA. 2003. Using ecological criteria to design plant collection strategies for drug discovery. *Frontiers in Ecology and Environment* 1: 421-428.
- Cowden CC. 2012. Game theory, evolutionary stable strategies and the evolution of biological interactions. *Nature Education Knowledge* 3(10):6.
- Cunha LVFC, Albuquerque UP. 2006. Quantitative ethnobotany in an Atlantic Forest fragment of Northeastern Brazil- implication to conservation. *Environmental Monitoring and Assessment* 114: 1-25.

- Dahdouh-guebas F, Mathenge C, Kairo JG, Koedam N. 2000. Utilization of mangrove wood products around Mida Creek (Kenya) amongst subsistence and commercial users. *Economic Botany* 54: 513-527.
- Donaldson JR, Cates RG. 2004. Screening for anticancer agents from Sonoran desert plants: a chemical ecological approach. *Pharmaceutical Biology* 42: 478-487.
- Endara MJ, Coley PD. 2011. The resource availability hypothesis revisited: a meta-analysis. *Functional Ecology* 25: 389-398.
- Feeny PP. 1976. Plant apparency and chemical defense. In: Wallace JW, Mansell RL. (eds.) *Recent Advances in Phytochemistry*. New York, Plenum Press. p. 1-40.
- Ferreira Júnior WS, Ladio AH, Albuquerque UP. 2011. Resilience and adaptation in the use of medicinal plants with suspected anti-inflammatory activity in the Brazilian Northeast. *Journal of Ethnopharmacology* 138: 238-252.
- Galeano G. 2000. Forest use at the Pacific Coast of Chocó, Colômbia: a quantitative approach. *Economic Botany* 54: 358-376.
- Gonçalves, PHS, Albuquerque UP, Medeiros PM. 2016. The most commonly available woody plant species are the most useful for human populations: A meta-analysis. *Ecological Applications* 26: 2238-2256.
- Gottlieb OR, Kaplan MAC, Borin MRM. 1996. *Biodiversidade – um enfoque químico-biológico*. Ed. UFRJ, Rio de Janeiro.
- Herms DA, Mattson WJ. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. *The Quarterly Review of Biology* 67: 283-335.
- Lawrence A, Phillips OL, Reategui A, Lopez M, Rose S, Wood D. 2005. Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation* 14: 45-79.
- Linstädter A, Kemmerling B, Baumman G, Kirscht H. 2013. The importance of being reliable – Local ecological knowledge and management of forage plants in a dryland pastoral system (Morocco). *Journal of Arid Environments* 95: 30-40.
- Lucena RFP, Araújo EL, Albuquerque UP. 2007. Does the local availability of woody caatinga plants (Northeastern Brazil) explain their use value? *Economic Botany* 61: 347-361.
- Lucena RFP, Medeiros PM, Araújo EL, Alves AGC, Albuquerque UP. 2012. The ecological apparency hypothesis and the importance of useful plants in rural communities from Northeastern Brazil: An assessment based on use value. *Journal of Environmental Management* 96:106-115.
- Maldonado B, Caballero J, Delgado-Salinas A, Lira R. 2013. Relationship between use value and ecological importance of floristic resources of seasonally dry tropical forest in the Balsas River Basin, México. *Economic Botany* 67(1): 17-29.
- Marufu L, Ludwig J, Andreae MO, Meixner FX. 1997. Domestic biomass burning in rural and urban Zimbabwe - Part A. *Biomass and Bioenergy* 12: 53-68.

- Medeiros MFT, Silva PS, Albuquerque UP. 2011. Quantification in ethnobotanical research: an overview of indices used from 1995 to 2009. *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 11(2): 211-230.
- Medeiros PM, Almeida ALS, Silva TC, Albuquerque UP. 2011. Pressure indicators of wood resource use in an Atlantic forest area, northeastern Brazil. *Environmental Management* 47: 410-424.
- Medeiros PM, Almeida ALS, Silva TC, Albuquerque UP. 2012. Socioeconomic predictors of domestic wood use in an Atlantic forest area (northeastern Brazil): a tool toward conservation efforts. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 19: 189-195.
- Monteiro JM, Albuquerque UP, Lins Neto EMF, Araújo EL, Amorim ELC. 2006a. Use patterns and knowledge of medicinal species among to rural communities in Brazil is semi-arid northeastern region. *Journal of Ethnopharmacology* 105: 173-186.
- Monteiro JM, Lins Neto EMF, Albuquerque UP, Araújo EL, Amorim ELC. 2006b. The effects of seasonal climate changes in the Caatinga on tannin levels in *Myracrodruon urundeuva* and *Anadenanthera colubrina*. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16: 338-344.
- Phillips O, Gentry AH. 1993a. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis tests with a new quantitative technique. *Economic Botany* 47: 15-32.
- Phillips O, Gentry AH. 1993b. The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany* 47: 33-43.
- Phillips O. 1996. Some quantitative methods for analyzing ethnobotanical knowledge. In: Alexiades MN. (ed.) *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*. New York, New York Botanical Garden. p. 171-197.
- Stapp JR, Moerman DE. 2001. The importance of weeds in ethnopharmacology. *Journal of Ethnopharmacology* 75: 19-23.
- Stapp JR. 2004. The role of weeds as sources of pharmaceuticals. *Journal of Ethnopharmacology* 92: 163-166.
- Soldati GT, Albuquerque UP. 2012. Ethnobotany in intermedical spaces: the case of the Fulni-ô indians (Northeastern Brazil). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2012 (648469): doi:10.1155/2012/648469.
- Top N. 2004. Variation in woodfuel consumption patterns in response to forest availability in Kampong Thom Province, Cambodia. *Biomass and Bioenergy* 27: 57-68.
- Torre-Cuadros MA, Isbele GA. 2003. Traditional ecological knowledge and use of vegetation in southeastern Mexico: a case study from Solferino, Quintana Roo. *Biodiversity and Conservation* 12: 2455-2476.
- Voeks RA. 1996. Tropical forest healers and habitat preference. *Economic Botany* 50: 381-400.

Critérios locais de seleção e uso diferencial de plantas medicinais

Patrícia Muniz de Medeiros, Ana Haydée Ladio e
Ulysses Paulino de Albuquerque

ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:



<https://youtu.be/-7wjGa8M4q4>



As pessoas de qualquer região têm um amplo leque de plantas à sua disposição, mas apenas parte dessas plantas é selecionada como medicinal e, dentre as espécies medicinais, uma porção ainda menor pode ser considerada de grande importância cultural (Heinrich 2003). Nesse sentido, um dos grandes desafios da pesquisa etnobiológica é acessar os fatores que fazem com que plantas sejam eleitas como constituintes dos sistemas médicos locais²⁰ e investigar as variáveis que interferem na importância cultural das plantas inseridas nesses sistemas.

Este capítulo visa, portanto, discutir aspectos gerais da seleção e do uso de plantas medicinais por populações locais, focando os seguintes aspectos: a) eleição de espécies como componentes de farmacopeias locais; e b) eleição de espécies efetivamente usadas dentro de um conjunto de plantas medicinais disponíveis.

Aspectos terminológicos e conceituais

Os critérios locais de seleção de espécies são as bases utilizadas pelas pessoas, de forma consciente ou inconsciente, para selecionar uma ou mais plantas para emprego medicinal e podem ser divididos em *determinante*, *pista* e *recurso mnemônico*. Um fator determinante da seleção de plantas medicinais refere-se a um fator que, por ele mesmo, explica a inclusão de espécies em uma farmacopeia, ou seja, um fator responsável pela escolha de uma espécie para curar determinada enfermidade. Já o fator pista não é propriamente o que determina a seleção da planta para uma enfermidade, mas, sim, o que serve como indicativo de que a planta pode ser útil para certo objetivo. Por fim, a expressão recurso mnemônico será empregada quando um atributo da planta serve para que as pessoas se recordem do emprego medicinal dessa planta.

20 Entendemos por sistema médico local o mesmo que Kleinman (1978), que o denomina de sistema de cuidado com a saúde (*Health care system*), ou seja, "*sistema que articula a doença como idioma cultural, incluindo crenças sobre a causa da doença, a experiência dos sintomas, padrões específicos de comportamento da doença, decisões acerca das alternativas de tratamento, práticas terapêuticas atuais e avaliações dos resultados terapêuticos*". Além disso, no capítulo 6, podemos verificar algumas hipóteses que tentam explicar esse processo seletivo em uma perspectiva ecológica e evolutiva.

É necessário, também, distinguir duas instâncias discutidas aqui: a) o total de espécies que fazem parte de uma farmacopeia local; e b) as espécies dessa farmacopeia que são efetivamente usadas pela população. Alguns autores vêm evidenciando a diferença entre o conhecimento das propriedades de uma planta e o uso efetivo desta, seja no contexto das plantas medicinais ou de outros tipos de uso (Reyes-García *et al.* 2005; Albuquerque 2006; Ramos *et al.* 2008a). Nesse sentido, abordaremos tanto o ingresso de plantas em uma farmacopeia quanto o uso diferencial²¹ dessas plantas.

Outra questão importante é a de que a literatura é conflitante ao tratar dos critérios de seleção. O que alguns autores consideram como determinantes da seleção de espécies pode ser compreendido por outros como pistas ou indicativos de que uma planta possui dada qualidade, e não como o determinante em si. Por exemplo, sabor e odor podem ser vistos como determinantes da seleção se considerarmos que as pessoas podem eleger plantas medicinais com base nesses parâmetros. Porém, tais características também podem ser vistas como pistas para encontrar plantas eficientes, sendo, então, a eficiência o fator determinante. Esses aspectos serão minuciosamente discutidos no tópico “Critérios para a seleção e o uso diferencial de espécies em uma farmacopeia local”.

Aspectos evolutivos da inclusão de espécies medicinais em farmacopeias tradicionais

Já sabemos que o uso de plantas para cuidados com a saúde não é artefato exclusivo da espécie humana (Clayton & Wolfe 1993; Halberstein 2005; Hart 2005; Krief *et al.* 2005). Alguns itens consumidos por chimpanzés, por exemplo, possuem baixo valor nutricional, o que indica que o comportamento de ingestão desses recursos pode estar relacionado com um fenômeno de automedicação (Krief *et al.* 2005). Além disso, uma grande quantidade de plantas consumidas por primatas não humanos

21 A expressão uso diferencial é usada, neste texto, para designar o emprego mais frequente de algumas plantas em detrimento de outras, ainda que todas façam parte da farmacopeia. No entanto, essa expressão também pode ser usada quando diferentes espécies são empregadas para distintas finalidades terapêuticas.

e que, aparentemente, têm finalidades medicinais também fazem parte da farmacopeia de populações humanas (ver Clayton & Wolfe 1993; Halberstein 2005; Krief *et al.* 2005).

Hart (2005) acredita que, enquanto os outros animais empregam plantas medicinais principalmente para usos profiláticos (evitar a incidência de doenças, como parasitoses), os seres humanos empregam-nas primariamente para usos terapêuticos (tratamento de doenças já incidentes). Dessa forma, pode-se inferir que a evolução teve um papel importante no desenvolvimento de estratégias de cuidado com a saúde humana e na seleção de recursos. Porém, o papel da seleção natural na construção de farmacopeias locais não está completamente elucidado nem foi completamente investigado. Hart (2005) aponta, então, duas alternativas para a origem e o embasamento do uso de plantas medicinais: aprendizado e seleção natural. Antes de apresentar as hipóteses sobre tais alternativas, é importante esclarecer dois aspectos: a) ainda não há sólidas evidências empíricas para defender essas hipóteses, tratando-se, portanto, de hipóteses criadas por pesquisadores que estão situadas muito mais no campo das possibilidades do que hipóteses que foram testadas empiricamente; b) essas hipóteses não têm a intenção de esclarecer a difusão do conhecimento sobre os atributos medicinais das plantas, mas, sim, de explicar a origem desse comportamento, remetendo às primeiras vezes em que as propriedades de uma planta X foram descobertas por uma pessoa Y. Ambas as hipóteses, portanto, acreditam que a disseminação de informações sobre o uso de dada planta ocorre pela transmissão cultural.

A hipótese do aprendizado postula que os indivíduos aprendem, por tentativa e erro, ao escolher entre um amplo leque de plantas que são mais efetivas para evitar ou combater determinada doença, assimilando a associação entre o emprego da planta e seu efeito na saúde e passando a usá-la quando necessário. A hipótese da seleção natural, por sua vez, enuncia a evolução de uma predisposição dos indivíduos para procurar e consumir produtos vegetais caracterizados por um ou mais marcadores sensoriais que estão correlacionados com a efetividade das espécies na prevenção, mitigação ou cura de determinadas doenças (Hart 2005). Do ponto de vista evolutivo, o comportamento de predisposição a consumir determinadas plantas foi primeiramente uma resposta “não aprendida”, mas selecionada por aumentar o *fitness* dos indivíduos, diminuindo a

probabilidade de aquisição de doenças. A diferença entre as duas hipóteses é que, enquanto a primeira postula que a procura de plantas é um processo de busca baseado na constante experimentação até que as plantas de valor medicinal sejam encontradas, a segunda supõe que o homem já possui, intrinsecamente, algumas informações necessárias para inferir se uma planta tem ou não propriedades medicinais.

Alguns comportamentos humanos podem, no entanto, ser explicados à luz da coevolução genes-cultura. Lumsden & Wilson (1980) sugerem, nesse sentido, que a aquisição de cultura pode ocorrer por qualquer uma das seguintes vias: a) transmissão puramente genética, na qual todos os indivíduos aprenderão apenas um “culturgene” (homólogos culturais dos genes) entre vários possíveis em dada categoria, b) transmissão puramente cultural, na qual não há predisposições inatas para a aquisição de “culturgenes” particulares, e c) transmissão gene-cultura, na qual um “culturgene” é favorecido pela existência de uma informação inata, embora outros “culturgenes” também possam ser adotados. Se o terceiro caso se aplicasse à seleção de plantas medicinais, esperaríamos que o papel da seleção natural, nesse processo, seria o de fornecer caminhos ao aprendizado, fenômeno conhecido como aprendizado preparado²². Dessa forma, o aprendizado não seria determinado ou preestabelecido geneticamente, mas receberia influência genética nos seus processos. As pessoas, nesse caso, poderiam decidir-se entre muitas possibilidades, sendo uma delas favorecida geneticamente, mas não determinada, de maneira que mudanças ambientais ou artefatos culturais pudessem desfavorecê-la. Um exemplo que pode sustentar essa ideia é o consumo de alimentos e bebidas amargas por populações humanas. Entre os mamíferos, acredita-se que há uma predisposição genética a evitar tais alimentos, uma vez que a maior parte dos compostos tóxicos encontrados na natureza possui sabor amargo (Glendinning 1994; Kurihara *et al.* 1994). No entanto, os seres humanos aprenderam ao longo do tempo que nem tudo que tem gosto amargo é necessariamente tóxico (Kurihara *et al.* 1994), o que levou à incorporação de alimentos com esse perfil na dieta humana.

22 A expressão aprendizado preparado vem sendo usada na psicologia evolucionista para se referir a uma predisposição inata para aprender e, portanto, reforçar uma opinião a respeito de outra (Wilson 2012).

O caso da construção de farmacopeias tradicionais pode ser usado não somente para compreender como os seres humanos e sua evolução genética influenciam a cultura, mas, também, para entender como a cultura pode codirigir processos em nível populacional. Assim, é possível que os critérios para o ingresso de plantas em uma farmacopeia local surjam da interação entre ambas as vias de transmissão: nosso sistema quimiorreceptor, supostamente possuidor de um aparato que associa sabores/odores com propriedades benéficas, e a informação cultural sobre o que é bom ou ruim e útil ou não útil e sobre valores e simbologias, por exemplo. Esse cenário complexo, formado de múltiplas possibilidades de influência genética, cultural e, como pode ser visto em outros capítulos deste livro, até mesmo ambiental, está longe de ser elucidado, de maneira que ainda é necessária uma maior atenção científica a esse tema.

Critérios para a seleção e o uso diferencial de espécies em uma farmacopeia local

Nesta seção, discutiremos algumas variáveis que podem, de alguma maneira, influenciar a seleção e o uso diferencial de espécies medicinais: a eficiência química, os fatores culturais e as propriedades organolépticas (incluindo, nesta última categoria, a relação forma-função conhecida como *doutrina das assinaturas*). Debateremos, assim, como cada uma das variáveis pode associar-se à eleição de espécies, seja determinando essa eleição, servindo como pista para as que pessoas descubram as propriedades das plantas ou atuando como artefato para que as pessoas lembrem como uma planta deve ser utilizada.

Além desses, outros fatores podem influenciar a seleção ou o uso diferencial de plantas medicinais, como a disponibilidade (espacial e temporal) e a acessibilidade, bem como outros atributos morfológicos não mencionados aqui, mas tratados em outro capítulo deste livro. Além disso, é possível que fatores ainda desconhecidos operem nesse processo, de maneira que estudos que venham a abordar, de forma ampla, os critérios de seleção são extremamente desejáveis.

O papel da eficiência química

A eficiência química de uma planta é um fator que exerce forte influência na escolha de espécies para fins medicinais, sendo, portanto, um dos principais determinantes da seleção de plantas. De fato, plantas empregadas como medicinais por povos locais têm se mostrado detentoras de propriedades químicas interessantes, inclusive para a indústria farmacêutica (Heinrich 2008). O crescente número de espécies usadas tradicionalmente e com comprovada atividade medicinal fez com que, atualmente, a estratégia etnodirigida se tornasse uma das principais abordagens para a prospecção de produtos medicinais (Araújo *et al.* 2008) e, em alguns casos, uma forma mais eficiente do que as abordagens aleatórias para a busca de novos fármacos. Khafagi & Dewedar (2000), por exemplo, ao estudarem plantas com atividade antimicrobiana que crescem de forma espontânea em Sinai, no Egito, verificaram que a abordagem etnobotânica evidenciou maior número de plantas com atividade antimicrobiana se comparada com a abordagem aleatória. Similarmente, Slish *et al.* (1999), estudando plantas de Belize, observaram que, das 31 espécies encontradas pela abordagem etnobotânica, quatro tiveram atividade relaxante do músculo liso vascular, enquanto que nenhuma das 32 espécies coletadas aleatoriamente exibiu tal atividade.

Assim como a eficiência desempenha um papel-chave na seleção de espécies que farão parte de uma farmacopeia, esse fator também pode desempenhar grande importância no uso diferencial, ou seja, na popularidade das espécies que fazem parte da farmacopeia. Espera-se, dessa forma, que espécies mais eficientes sejam as mais valoradas e utilizadas pelas pessoas.

Porém, ainda não são muitos os estudos que testaram a relação entre importância local das plantas e eficiência farmacológica. Existem indícios indiretos dessa relação, como no caso da alta correlação entre a importância local de plantas citadas como anti-inflamatórias e o teor de taninos dessas espécies, composto que pode ser responsável por tais atividades (ver Araújo *et al.* 2008).

Essa relação também foi testada no âmbito da atividade antimicrobiana para plantas usadas por povos indígenas norte-americanos (Omar

et al. 2000) em um estudo que evidenciou uma correlação significativa entre a frequência de uso das plantas e sua atividade antimicrobiana. Isso demonstra que as plantas com melhor atividade biológica parecem ser usadas por maior número de pessoas, indicando que as pessoas sabem reconhecer as espécies vegetais mais eficientes. Esse tipo de relação não vem sendo encontrada apenas em pesquisas acerca de plantas medicinais, mas também em estudos que associam preferências locais por espécies usadas como lenha a seus atributos combustíveis (Ramos *et al.* 2008b; Sá e Silva *et al.* 2009).

Sendo a eficiência um importante determinante da seleção e do uso diferencial de plantas, que outros fatores podem atuar em conjunto com este para a construção das farmacopeias locais?

Aspectos culturais

Também é comum que plantas em farmacopeias locais não apresentem eficácia comprovada contra as doenças para as quais são empregadas. Isso pode ter várias razões, como o equívoco metodológico dos estudos fitoquímicos e farmacológicos, que, por vezes, desconsideram informações populares, como partes usadas, posologia, local, época e forma de coleta da planta. Algumas dessas informações podem estar intimamente ligadas ao comportamento de determinados compostos (ver Gobbo-Neto & Lopes 2007).

Contudo, as plantas podem ingressar em farmacopeias locais, ou deixar de fazer parte do repertório de espécies medicinais, por outros motivos que não a eficiência farmacológica, ainda que apresentem alta eficiência farmacológica. Alguns estudos evidenciam, por exemplo, a importância dos sonhos na seleção de plantas medicinais (Ankli *et al.* 1999; Mollik *et al.* 2010). Em algumas sociedades tradicionais, os curandeiros podem começar a fazer uso de determinadas plantas depois de “revelações espirituais” sobre sua eficiência, que podem ser obtidas por sonhos ou rituais, os quais, usualmente, envolvem o uso de plantas alucinógenas (Ferreira Júnior *et al.* 2010).

Entre os índios Kraô do cerrado brasileiro, é interessante observar que cada *wajaca* (conhecedor de plantas medicinais) usa um repertório

de plantas medicinais diferente dos demais *wajacas* (Rodrigues & Carlini 2006). A alta idiosincrasia no emprego de plantas entre membros de uma mesma população pode ser explicada pela influência de outros grupos étnicos e pela herança diferencial de conhecimento advindo dos pais e avós. Porém, Rodrigues & Carlini (2006) apontam que os *wajacas* atribuem essa diferença ao aprendizado espiritual diferenciado, já que cada curandeiro tem um diferente *pahi* (mentor espiritual, geralmente representado pelo espírito de um animal, uma planta, um mineral, um objeto ou uma pessoa morta) e que cada *pahi* ensina aplicações distintas para as plantas. Esse é um forte exemplo de como fatores culturais podem interferir na seleção de espécies para fins medicinais.

Em alguns casos, as plantas podem apresentar alta eficiência cultural (sucesso no tratamento de doenças para determinado grupo humano), sem que, no entanto, apresentem um arcabouço químico que justifique o tratamento de determinadas doenças. A medicina oficial costuma chamar esse fenômeno de efeito placebo (Moerman & Jonas 2002). Moerman & Jonas (2002), no entanto, discordam do emprego do conceito de placebo para justificar processos como esse, utilizando a expressão “resposta ao significado”, que pode ser empregada quando determinado elemento (planta, amuleto etc.) exerce um efeito fisiológico ou psicológico que favorece o tratamento de uma doença e que pode ser explicado pelo significado desse elemento na cultura. Atributos da planta como cor, cheiro ou significado cultural podem, sob essa perspectiva, auxiliar no tratamento das doenças, pois seu significado para a comunidade é um fator-chave no processo de cura ou recuperação, independentemente de qualquer efeito farmacológico.

Um aspecto importante da abordagem de Moerman & Jonas (2002) é que a resposta ao significado não opera apenas na instância psicológica, mas também nos processos fisiológicos. Ao aplicar essa abordagem para o universo das plantas em sistemas médicos locais, podemos esperar que o significado cultural de algumas plantas gere respostas psicológicas que estimulem o indivíduo a responder fisiologicamente e que contribuam com sua cura. Esse processo pode ser ainda mais eficaz quando a administração da planta está associada aos rituais de cura, já que o próprio ritual tem um expressivo valor simbólico no tratamento da doença (Dow 1986).

O valor simbólico e a eficiência cultural podem ser usados para explicar, também, o emprego de plantas para enfermidades conhecidas no meio científico como doenças culturais, ou seja, fenômenos interpretados como doenças, mas sem uma causa reconhecida pela biomedicina (Pinto *et al.* 2006). Muitas sociedades não fazem distinção entre o natural e o sobrenatural, dicotomia também ausente em seus sistemas médicos (Winkelman 2008). Desse modo, o efeito do significado poderia operar independentemente da origem da enfermidade (natural ou sobrenatural). É necessário, no entanto, que os cientistas investiguem mais a fundo as doenças de cunho cultural, bem como as bases para a seleção de espécies medicinais para seus tratamentos.

A cultura é outro dos principais determinantes da seleção diferencial de plantas medicinais, já que o conhecimento passado de geração a geração é um fator-chave não só para definir se a planta é ou não medicinal (Ankli *et al.* 1999), mas também para determinar sua importância cultural e intensidade de uso. O processo de seleção diferencial, na maioria das vezes, é um *continuum* que teve suas origens em gerações passadas, por meio de escolhas com base nos critérios de eficiência, acessibilidade, sabor etc. Por isso, a transmissão de conhecimento para disseminação e manutenção das práticas culturais de cuidado com a saúde faz-se importante.

Outro aspecto relevante da influência da cultura no uso diferencial de plantas medicinais diz respeito aos tabus culturais. Algumas espécies, embora eficientes, podem ter seu uso limitado por crenças e normas sociais, como é o caso da coleta sazonal de raízes e rizomas de algumas espécies africanas (Cunningham 1993). Nesses casos, a coleta é restrita aos meses de inverno, já que, de acordo com as crenças locais, a coleta dessas espécies no verão pode trazer tempestades e relâmpagos (Cunningham 1993). Muitas vezes, como no caso recém-descrito, o tabu cultural não interfere diretamente no consumo, mas interfere na coleta. De qualquer forma, a impossibilidade de coleta durante uma estação pode interferir no seu consumo ao longo do ano.

Propriedades organolépticas

Algumas características das espécies vegetais possuem importante função no processo de seleção de espécies, como o sabor, o odor e a textura, auxiliando a identificar e caracterizar certas espécies, já que alguns grupos taxonômicos podem possuir características particulares de gosto, cheiro e textura. (Shephard Jr. 2004). Acredita-se que os seres humanos têm a capacidade de identificar atributos fitoquímicos das plantas por meio de seus órgãos quimiossensoriais, principalmente pelo paladar e olfato (Ankli *et al.* 1999; Leonti *et al.* 2002; Molares & Ladio 2009).

Apesar de haver uma quantidade expressiva de estudos sobre o efeito das propriedades quimiossensoriais na seleção de plantas medicinais (Brett & Heinrich 1998; Ankli *et al.* 1999; Casagrande 2000; Leonti *et al.* 2002; Heinrich 2003; Shephard Jr. 2004; Halberstein 2005; Molares & Ladio 2008; Molares & Ladio 2009; Mutheeswaran *et al.* 2011; Medeiros *et al.* 2015), o verdadeiro papel de tais marcadores não tem sido abordado explicitamente pelos cientistas. Temos três hipóteses para explicar a função das propriedades organolépticas na seleção de plantas medicinais: a) propriedades organolépticas como pistas de eficiência química; b) propriedades organolépticas como determinantes da seleção; e c) propriedades organolépticas como recursos mnemônicos. Essas hipóteses serão desenvolvidas a seguir.

Propriedades organolépticas como pistas de eficiência química: consideremos a hipótese de que as pessoas não teriam fixada geneticamente a associação entre as propriedades organolépticas e as propriedades medicinais. Em vez disso, as pessoas aprenderiam, a partir da observação e associação, que determinadas características organolépticas estão relacionadas à determinada indicação terapêutica. Nesse caso, o que determinaria a escolha de uma planta como medicinal seria a eficiência dessa planta, enquanto que as propriedades organolépticas serviriam como pistas para que as pessoas chegassem até as plantas mais eficientes. Essas pistas seriam fruto de um aprendizado histórico de associação entre uma propriedade medicinal e um atributo organoléptico. Se essas propriedades forem pensadas como pistas e não como determinantes propriamente ditos, seria razoável imaginar que as pessoas usassem esses marcadores

sensoriais como sinalizadores de eficiência da planta. Porém, em caso de uma falsa associação atributo-eficiência, que não resulta em cura ou mitigação da doença, as pessoas deixariam de usar tal planta.

Propriedades organolépticas como determinantes da seleção: se as pessoas possuírem uma predisposição genética para usar produtos caracterizados por determinados marcadores quimiossensoriais, então, é razoável supor que tais marcadores seriam, de fato, os determinantes da seleção de espécies. Nesse caso, a associação de propriedades organolépticas com propriedades químicas das plantas seria algo fixado geneticamente em algum momento da história evolutiva do ser humano, sem ter a eficiência como intermediário racionalizado pelas pessoas. Portanto, tais propriedades não seriam pistas de eficiência, mas, sim, o determinante em si. Muitos pesquisadores, mesmo que de maneira implícita, assumem essa prerrogativa ao afirmarem que características de odor e sabor determinam a seleção das plantas como medicinais. Brett & Heinrich (1998), por exemplo, afirmam que a associação de sabores e propriedades das plantas parece ser inata (presente desde o nascimento).

Propriedades organolépticas como recursos mnemônicos: as duas primeiras hipóteses postulam que, de alguma maneira, as propriedades organolépticas influenciam a seleção de espécies, distinguindo-se apenas pela explicação evolutiva e pela presença da eficiência como intermediário racionalizado pelas pessoas. No entanto, o fato de alguns pesquisadores apontarem uma correlação entre propriedades quimiossensoriais e atributos medicinais não significa que as pessoas selecionem as plantas com base em tais propriedades. Heinrich (2003), por exemplo, aborda essa questão ao afirmar que características como cheiro, odor e textura podem servir como critério de seleção de novas plantas medicinais, mas também podem servir para qualificar (identificar) as espécies que passaram a fazer parte da farmacopeia. Assim, tais propriedades podem ser entendidas como recursos mnemônicos, de maneira que a associação entre atributo organoléptico e indicação terapêutica serviria para que as pessoas se lembrassem da aplicação terapêutica da planta ou simplesmente para caracterizar a planta. Dessa forma, as plantas seriam selecionadas com base em outros critérios, e as propriedades organolépticas serviriam

como artefato de lembrança e associação. Se, por exemplo, a planta X e a planta Y têm folhas doces e servem para problemas estomacais, as pessoas podem usar essa informação para lembrar que, por serem doces, essas plantas são usadas para afecções gástricas. Nesse caso, o sabor doce não seria usado para encontrar plantas para problemas estomacais, mas para caracterizar plantas cujos usos tenham sido descobertos por outras vias. Essa hipótese não exclui as demais, já que as propriedades organolépticas, em alguns momentos, podem influenciar a seleção e, em outros, ser usadas como artefatos de memória.

Descobertas da literatura: os esforços dos cientistas para evidenciar o papel das propriedades organolépticas têm trazido resultados intrigantes. Ankli *et al.* (1999) analisaram os critérios locais para distinguir plantas medicinais de plantas não medicinais e verificaram que, enquanto um informante atribuiu relação causa-efeito (por exemplo, a planta é boa para dor de barriga, *porque* tem cheiro bom), a maioria das pessoas fez a associação do tipo: a planta é boa para dor de barriga *e* tem cheiro bom. Nesse caso, é inconclusivo se as propriedades organolépticas realmente levam à seleção (sendo pistas ou determinantes). Isso ocorre porque as informações de uso de plantas são passadas de geração a geração (Ankli *et al.* 1999), de forma que a associação original entre causa e consequência pode ter sido perdida. O mesmo estudo observou que as plantas não são aleatoriamente escolhidas para fins medicinais, já que plantas doces e de odor forte, por exemplo, são preferidas para tratar problemas respiratórios, enquanto que plantas amargas costumam ser usadas para tratar picadas de animais. Além disso, plantas que não são empregadas como medicinais não costumam ter cheiro ou gosto na percepção da população, ao passo que as plantas medicinais são aromáticas e possuem sabor doce ou adstringente (Ankli *et al.* 1999). Similarmente, Heinrich (2003) afirma que plantas adstringentes são geralmente usadas para tratar diarreia, plantas amargas são utilizadas para tratar dores gastrointestinais e plantas doces são empregadas para tratar tosse e problemas respiratórios.

Em um estudo desenvolvido no nordeste do Brasil, Medeiros *et al.* (2015) testaram a associação sabor *versus* uso e odor *versus* uso para toda a farmacopeia local. Os autores observaram que tais associações foram verdadeiras apenas para as doenças e os atributos organolépticos mais

citados pela comunidade. Isso pode indicar que há uma maior possibilidade de as pessoas associarem determinados cheiros ou gostos ao tratamento de enfermidades quando lidam com doenças populares e quando têm como base plantas de sabores mais comuns.

Em alguns casos, as comunidades adotam o sistema *hot/cold* para eleger plantas usadas no tratamento às doenças. Nesses casos, existe a percepção de que a doença é causada por um agente quente ou frio, de maneira que plantas com propriedades opostas às do agente da doença são aplicadas no processo de cura (Ankli *et al.* 1999; Leonti *et al.* 2002). Alguns exemplos dessa associação podem ser encontrados em Leonti *et al.* (2002). Os autores observaram que, entre os Popolucos, do México, é comum o uso de atributos vegetais amargos e vermelhos, considerados quentes, para curar enfermidades como dor de barriga, cólica, problemas menstruais e dores em geral, já que a população acredita que tais doenças são causadas por agentes frios. Além disso, de acordo com as crenças locais, propriedades frias estão presentes em folhas verdes (especialmente nas grandes e úmidas) e em produtos azedos, servindo para curar a febre, enfermidade provocada por agentes quentes (Leonti *et al.* 2002).

Atributos organolépticos e uso diferencial: sabor, odor e textura não operam apenas na seleção das espécies que farão parte de uma farmacopeia. Esses fatores podem ser, também, determinantes na escolha das plantas a serem usadas dentro de um conjunto maior de espécies conhecidas como medicinais. É possível que espécies com atributos organolépticos mais marcantes (odor e sabor facilmente identificáveis) possuam maior consenso de uso do que plantas com atributos mais discretos (odor e sabor não intensos ou mais dificilmente identificáveis), conforme sugerido por Molares & Ladio (2008; 2009).

No entanto, o papel de tais propriedades pode, ainda, ser analisado sob outra ótica. Quando a administração da planta medicinal ocorre por via oral, espécies de cheiro e sabor agradáveis e de textura convencional tendem a sobressair-se, pois é natural que as pessoas optem por sabores, texturas e aromas mais agradáveis. Embora não existam muitos estudos que abordem a preferência por plantas de sabores, odores e texturas agradáveis, exemplos da associação entre o sabor e preferências locais podem

ser encontrados nos estudos desenvolvidos por Estomba *et al.* (2006) e Albuquerque (2006).

Apesar da preferência por plantas medicinais nativas para tratar a maioria das enfermidades, as plantas exóticas são mais frequentemente mencionadas para determinadas afecções, como, por exemplo, problemas gastrointestinais (Estomba *et al.* 2006). É possível, diante disso, argumentar que várias substâncias podem tratar afecções digestivas, devido à sua baixa especificidade (Estomba *et al.* 2006), fator que facilitaria a substituição de espécies nativas por espécies exóticas com sabor agradável. Albuquerque (2006), por sua vez, também usa o argumento da palatabilidade para justificar a substituição de algumas plantas nativas da caatinga por equivalentes exóticas.

Doutrina das assinaturas

Outra questão controversa é o verdadeiro papel da associação entre as “assinaturas” de uma planta e seu uso medicinal. Em muitas culturas, desde as pré-colombianas da América até as da China antiga (Halberstein 2005), as pessoas usam plantas que, de alguma forma, assemelham-se aos órgãos-foco da cura, seja pela forma das folhas e das raízes ou pela coloração de alguma parte da planta que lembre o aspecto de uma parte do corpo. O uso de plantas amarelas para icterícia e problemas urinários e de folhas em formato de coração ou flores vermelhas para distúrbios cardíacos são exemplos desse fenômeno, chamado de doutrina das assinaturas (DOS) (Halberstein 2005).

Historicamente, os cientistas interpretaram a DOS como uma pista ou um determinante da seleção de espécies. Por isso, a DOS foi considerada uma superstição primitiva e foi ridicularizada no meio médico e científico (Bennett 2007), já que, por seu intermédio, as pessoas selecionariam plantas para uso medicinal sem uma base empírica sólida. Porém, recentemente, essa concepção acerca do papel da DOS tem sido questionada. Bennett (2007) argumenta que, se os pesquisadores não estavam presentes no momento da escolha das plantas para fins medicinais, não é possível que afirmem categoricamente que as assinaturas serviram como critérios para seleção.

Nesse sentido, o autor sugere que a DOS é um artefato simbólico usado para transferir informações sobre o uso de plantas, especialmente em sociedades pré-letradas. Em outras palavras, a associação entre a forma da planta e o órgão que ela trata seria estabelecida *a posteriori*, depois que, por processos empíricos, as pessoas descobrissem o uso medicinal da planta. Por isso, a DOS serve como recurso mnemônico, e não propriamente como pista ou determinante da seleção. A transmissão desse conhecimento, ao longo do tempo, pode ter ocultado a verdadeira relação causa-efeito, levando as pessoas a justificarem o uso da planta por sua assinatura. Por fim, Bennett (2007) observa que, se a DOS fosse determinante da seleção, seria de esperar que grande parte das plantas de uma farmacopeia tivesse associação entre forma/cor e uso medicinal, o que não ocorre.

Se a DOS passasse a ser interpretada como recurso mnemônico, as plantas que, por coincidência, apresentassem uma associação entre forma/cor e uso medicinal teriam uma vantagem competitiva sobre as outras, já que a transmissão desse conhecimento de geração a geração seria facilitada pela associação simbólica (Bennett 2007). Isso poderia explicar a alta popularidade dessas plantas em farmacopeias locais e sua expressiva disseminação intercultural, ainda que, muitas vezes, elas não sejam as plantas mais eficazes para tratar doenças.

Considerações finais

Discutimos neste capítulo o fato de que o uso de plantas medicinais por populações locais não é feito de forma aleatória. Os processos de seleção e uso diferencial são guiados por determinantes (eficiência química, aspectos culturais etc.) e auxiliados por pistas (sinalizadores, por exemplo, da eficiência química). Além disso, recursos mnemônicos auxiliam na perpetuação da informação planta-indicação terapêutica.

Também é notório o caráter inconclusivo dos fatores que estão por trás da seleção de plantas medicinais. Trata-se de uma influência genética, cultural ou ambiental? Ou todos esses fatores fazem parte de um mesmo complexo? Acreditamos que, precisamente por existir um complexo

genes-cultura-ambiente, os comportamentos de seleção são tão difíceis de explicar e não podem ser reduzidos a conclusões simplistas. Por isso, salientamos a necessidade de um olhar integrado sobre o processo de seleção e uso diferencial de plantas medicinais, uma vez que variáveis isoladas dificilmente responderão a contento às principais perguntas relacionadas a esse tema.

Referências

- Albuquerque UP. 2006. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the caatinga vegetation of NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2(1): 1-30.
- Ankli A, Sticher O, Heinrich M. 1999. Yucatec Maya medicinal plants versus non medicinal plants: indigenous characterization and selection. *Human Ecology* 27(4): 557-580.
- Araújo TAS, Alencar NL, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2008. A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. *Journal of Ethnopharmacology* 120: 72-80.
- Bennett BC. 2007. Doctrine of Signatures: An explanation of medicinal plant discovery or dissemination of Knowledge? *Economic Botany* 61(3): 246-255.
- Brett JA, Heinrich M. 1998. Culture, perception and the environment: The role of chemosensory perception. *Journal of Applied Botany* 72: 67-69.
- Casagrande DG. 2000. Human taste and cognition in Tzeltal Maya medicinal plant use. *Journal of Ecological Anthropology* 4: 57-69.
- Clayton DH, Wolfe ND. 1993. The adaptative significance of self-medication. *Trends in ecology & evolution* 8(2): 60-63.
- Cunningham AB. 1993. African Medicinal Plants: setting priorities at the interface between conservation and primary healthcare. *People and Plants Working Paper 1*. Paris, UNESCO.
- Dow J. 1986. Universal aspects of symbolic healing: a theoretical synthesis. *American Anthropologist* 88(1): 56-69.
- Estomba D, Ladio A, Lozada M. 2006. Medicinal wild plant knowledge and gathering patterns in a Mapuche community from North-western Patagonia. *Journal of Ethnopharmacology* 103: 109-119.
- Ferreira Júnior WS, Cruz MP, Veira FJ, Albuquerque UP. 2010. Are hallucinogenic plants efficacious in curing diseases? *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 9(4): 292-301.

- Glendinning JI. 1994. Is the bitter rejection response always adaptive? *Physiology & Behavior* 56: 1217-1227.
- Gobbo-Neto L, Lopes NP. 2007. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova* 30(2): 374-381.
- Halberstein RA. 2005. Medicinal plants: historical and cross-cultural usage patterns. *Annals of epidemiology* 15(9): 686-99.
- Hart BL. 2005. The evolution of herbal medicine: behavioural perspectives. *Animal Behavior* 70: 975-989.
- Heinrich M. 2003. Ethnobotany and natural products: the search for new molecules, new treatments of old diseases or a better understanding of indigenous cultures? *Current Topics in Medicinal Chemistry* 3(2): 141-54.
- Heinrich M. 2008. Ethnopharmacy and natural product research —Multidisciplinary opportunities for research in the metabolomic age. *Phytochemistry Letters* 1(1): 1-5.
- Khafagi IK, Dewedar A. 2000. The efficiency of random versus ethno-directed research in the evaluation of Sinai medicinal plants for bioactive compounds. *Journal of Ethnopharmacology* 71: 365-376.
- Kleinman A. 1978. Concepts and a model for the comparison of medical systems as cultural systems. *Social Science & Medicine* 12: 85-93.
- Krief, S.; Hladik, C. M. & Haxaire, C. 2005. Ethnomedicinal and bioactive properties of plants ingested by wild chimpanzees in Uganda. *Journal of Ethnopharmacology* 101: 1-15.
- Kurihara K, Katsuragi Y, Matsuoka I, Kashiwayanagi M, Kumazawa T, Shoji T. 1994. Receptor mechanisms of bitter substances. *Physiology & Behavior* 56: 1125-1132.
- Leonti M, Sticher O, Heinrich M. 2002. Medicinal plants of the Popolucá, México: organoleptic properties as indigenous selection criteria. *Journal of Ethnopharmacology* 81(3): 307-15.
- Lumsden CJ, Wilson EO. 1980. Translation of epigenetic rules of individual behavior into ethnographic patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 77 (7): 4382-4386.
- Medeiros PM, Pinto BLS, Nascimento VT. 2015. Can organoleptic properties explain the differential use of medicinal plants? Evidence from Northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology* 159: 43-48.
- Moerman DE, Jonas WB. 2002. Deconstructing the placebo effect and finding the meaning response. *Annals of Internal Medicine* 136(31): 471-476.
- Molares S, Ladio A. 2008. Plantas medicinales en una comunidad Mapuche del NO de la Patagonia Argentina: clasificación y percepciones organolépticas relacionadas con su valoración. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas Medicinales y Aromáticas* 7(3): 149-155.

- Molares S, Ladio A. 2009. Chemosensory perception and medicinal plants for digestive ailments in a Mapuche community in NW Patagonia, Argentina. *Journal of Ethnopharmacology* 123(3): 397-406.
- Mollik AH, Hossain S, Paul AK, Taufiq-Ur-Rahman M, Jahan R, Rahmatullah M. 2010. A comparative analysis of medicinal plants used by folk medicinal healers in three districts of Bangladesh and Inquiry as to mode of selection of medicinal plants. *Ethnobotany Research & Applications* 8: 195-218.
- Mutheeswaran S, Pandikumar P, Chellappandian M, Ignacimuthu S. 2011. Documentation and quantitative analysis of the local knowledge on medicinal plants among traditional *Siddha* healers in Virudhunagar district of Tamil Nadu, India. *Journal of Ethnopharmacology* 137(1): 523-533.
- Omar S, Lemmonier B, Jones N, Ficker C, Smith ML, Neema C, Towers GHN, Goel K, Arnason JT. 2000. Antimicrobial activity of extracts of eastern North American hardwood trees and relation to traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology* 73: 161-170.
- Pinto EPP, Amorozo MCM, Furlan A. 2006. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica – Itacaré, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20(4): 751-762.
- Ramos MA, Medeiros PM, Almeida ALS, Feliciano ALP, Albuquerque UP. 2008a. Use and knowledge of fuelwood in na area of Caatinga vegetation in NE Brazil. *Biomass and Bioenergy* 32: 510-517.
- Ramos MA, Medeiros PM, Almeida ALS, Feliciano ALP, Albuquerque UP. 2008b. Can wood quality justify local preferences for firewood in na area of caatinga (dryland) vegetation? *Biomass and Bioenergy* 32: 503-509.
- Reyes-Garcia V, Vadez V, Huanca T, Leonard W, Wilkie D. 2005. Knowledge and consumption of wild plants: a comparative study in two Tsiname' villages in the Bolivian Amazon. *Ethnobotany Research and Applications* 3:204-207.
- Rodrigues E, Carlini EA. 2006. A comparison of plants utilized in ritual healing by two Brazilian cultures: Quilombolas and Kraho indians. *Journal of Psychoactive Drugs* 38: 285-295.
- Sá e Silva IMM, Marangon LC, Hanazaki N, Albuquerque UP. 2009. Use and knowledge of fuelwood in three rural caatinga (dryland) communities in NE Brazil. *Environment, Development and Sustainability* 11: 833-851.
- Shephard Jr. GH. 2004. A sensory ecology of medicinal plant therapy in two amazonian societies. *American Anthropologist* 106(2): 252-266.
- Sligh DF, Ueda H, Arvigo R, Balick MJ. 1999. Ethnobotany in the search for vasoactive herbal medicines. *Journal of Ethnopharmacology* 66(2): 159-65.
- Wilson EO. 2012. *The social conquest of earth*. London, Liveright.
- Winkelman M. 2008. *Cure and health: applying medical anthropology*. USA, Jossey-Bass.

Padrões de uso de plantas medicinais por populações locais

Patrícia Muniz de Medeiros e Ulysses Paulino de Albuquerque



ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:

<https://youtu.be/XVv9FW8EasA>



O acúmulo de estudos etnobotânicos tem revelado algo extremamente importante: alguns comportamentos no uso de recursos vegetais são recorrentes para distintas populações humanas. Essas tendências de comportamentos repetidos no uso de plantas são também conhecidas como padrões de uso. Um padrão pode expressar-se por meio de características gerais da farmacopeia²³ (hábitos das plantas dominantes, principais indicações terapêuticas para as quais se empregam plantas etc.), mas também por intermédio da forma como as populações humanas usam uma mesma espécie vegetal.

Neste capítulo, usaremos as plantas medicinais como modelo para discutir os fatores que levam à formação desses padrões. No entanto, é importante salientar que tais padrões podem emergir de estudos feitos com quaisquer recursos naturais, de forma que muitas das questões aqui abordadas têm potencial para serem aplicadas, por exemplo, à pesquisa etnozoológica, já que se conhece pouco sobre os padrões relacionados ao uso de animais.

Fatores que levam à formação de padrões de uso

De um modo geral, duas vias podem ser responsáveis pela geração de padrões: difusão e convergência. A difusão é o processo de transmissão de informações entre pessoas de um mesmo grupo ou de diferentes grupos humanos. A geração de padrões por meio da difusão pode ocorrer, por exemplo, devido ao contato e à troca de informações entre populações próximas ou distantes, como é o caso de membros de uma população local que migram²⁴ para um lugar distante e transmitem seus conhecimentos para os habitantes dessa nova localidade.

Quando as informações de uso de plantas ultrapassam fronteiras comunitárias e chegam a novos locais, os padrões resultantes das interações

23 Farmacopeia local, ou farmacopeia tradicional, é aqui definida como o repertório de produtos usados para o cuidado com a saúde por dada população, podendo abranger recursos animais, vegetais e minerais.

24 As estratégias relacionadas ao uso de plantas medicinais por povos migrantes, assim como a importância desse uso, são discutidas por Medeiros *et al.* (2012).

que ocorrem não são formados por descobertas independentes nas comunidades. Ao invés disso, as informações compartilhadas entre as populações possuem uma origem comum, processo esse que caracteriza a difusão do conhecimento. Por outro lado, comunidades diferentes podem chegar ao mesmo comportamento de uso de plantas de maneiras independentes, originando o processo conhecido como convergência.

Poderiam, portanto, as descobertas independentes sobre uso de plantas serem consideradas fruto do acaso? Mais do que coincidências, elas são influenciadas por alguns fatores-chave que eliminam o efeito do acaso e fornecem-nos pistas. Veremos mais adiante o importante papel do ambiente em estimular buscas de soluções semelhantes para a apropriação dos recursos, considerando populações inseridas em contextos ambientais semelhantes. Além disso, sabendo-se que a eficiência química é um importante fator de seleção de espécies e que uma mesma espécie se encontra em regiões distantes entre si, é possível que processos de experimentação por tentativa e erro²⁵ levem diferentes populações às mesmas conclusões sobre as indicações terapêuticas dessa espécie.

Na prática, é bastante difícil reconhecer se a formação de um padrão ocorreu via difusão ou via convergência, já que somos incapazes de mapear todas as vias de entrada de informações em um sistema socioecológico²⁶. No entanto, é possível imaginar como isso poderia ter ocorrido. Bletter (2007), por exemplo, estudou duas populações humanas inseridas em Mali e no Peru, observando as plantas por elas usadas para tratar doenças como malária, chagas, leishmaniose e diabetes. O autor verificou que espécies peruanas possuem congêneres malianas usadas para tratar as mesmas indicações terapêuticas.

Esse exemplo é útil não somente por suas descobertas, mas, também, e principalmente, pela interpretação a elas conferida. Bletter escolheu comunidades desses dois países exatamente por serem distantes um do outro e possuírem pouca relação histórica, indicando menor probabilidade

25 A expressão “tentativa e erro” é bastante usada na etnobotânica para descrever o processo de aprendizado quanto ao uso de plantas medicinais, segundo o qual os sujeitos experimentam plantas para dado fim até que uma (ou mais) delas demonstre resultados positivos, ajudando, portanto, no tratamento.

26 Para mais informações sobre o conceito de sistemas socioecológicos, consultar o capítulo 1.

de que pessoas desses locais tenham trocado informações e, logo, maior probabilidade de que as descobertas sejam independentes. Para assegurar essa independência, Bletter (2007) excluiu plantas exóticas da análise, já que elas apresentam maiores chances de terem seus usos associados à difusão cultural.

Podemos perceber, então, que há situações em que a origem convergente de um padrão é bastante provável. No entanto, mesmo nesses casos, é impossível afirmar tal fato categoricamente. A difusão não ocorre apenas de forma direta, pois várias comunidades podem compor uma rede de distribuição de conhecimentos, de maneira que duas delas podem compartilhar informações de uma mesma origem, mesmo que não estejam diretamente ligadas entre si.

Padrões taxonômicos

Como os compostos químicos de valor medicinal são distribuídos de forma não equitativa entre as diferentes famílias botânicas (Gottlieb *et al.* 2002), pelo menos dois comportamentos podem ser esperados: a) que algumas famílias tenham maior vocação medicinal e, portanto, sejam mais usadas do que outras, e b) que famílias diferentes sirvam para tratar afecções distintas. Se observássemos em diferentes contextos que as mesmas famílias botânicas se sobressaem como plantas empregadas medicinalmente, haveria fortes evidências de que o uso de plantas por populações locais não acontece de forma aleatória (Moerman 1979), derrubando a justificativa do efeito placebo²⁷ para as práticas da medicina popular.

Seria, então, essa premissa verdadeira? Há famílias proporcionalmente mais usadas do que outras? Essas famílias em destaque são as mesmas em diferentes locais? Daniel Moerman foi um cientista pioneiro quanto a esse questionamento. Em sua primeira publicação sobre o tema, em 1979,

27 O mito do efeito placebo refere-se à crença de que as plantas medicinais usadas por populações locais não teriam, de fato, propriedades farmacológicas de cura, sendo mantidas nas farmacopeias por seu valor simbólico exercer um efeito psicológico que pode auxiliar no desaparecimento da doença (efeito placebo). Esse mito foi defendido por diversos médicos, principalmente antes da realização dos estudos científicos com plantas da medicina popular.

associou uma listagem das plantas nativas da América do Norte com uma lista de plantas medicinais usadas por populações nativas norte-americanas. A lista de espécies encontradas na flora norte-americana foi usada por um motivo importante: a análise das famílias com mais espécies medicinais não poderia se dar em termos absolutos, mas, sim, em termos relativos, respeitando-se o tamanho da família.

Segundo essa lógica, se a família A possui dez espécies na flora e todas (100%) são medicinais, tal família possui maior vocação medicinal do que a família B, para a qual 30 das 60 espécies que ela possui (50%) são medicinais. Se essa informação fosse analisada em termos absolutos (dez espécies medicinais de A contra 30 de B), a família B receberia destaque indevido em termos de vocação medicinal.

Usando técnicas estatísticas relativamente simples, Moerman (1979) identificou famílias que fugiam da proporção esperada entre número de espécies da flora total e número de espécies da flora medicinal. Enquanto algumas dessas famílias possuíam mais espécies medicinais do que o previsto, sendo denominadas sobreutilizadas, outras possuíam menos, ficando conhecidas como subutilizadas.

O método proposto por Moerman (1979) foi, então, desenvolvido em vários outros estudos, de forma que, posteriormente, técnicas estatísticas mais robustas passaram a ser usadas para identificar as famílias sobreutilizadas e subutilizadas (ver Bennett & Husby 2008; Weckerle *et al.* 2011; Weckerle *et al.* 2012). O que todos os estudos têm em comum é o fato de sempre encontrarem famílias sobre ou subutilizadas pelas populações humanas investigadas.

Além disso, algumas famílias apresentam fortes padrões de sobreuso ou subuso, motivo pelo qual são evidenciadas por vários estudos desenvolvidos em regiões diferentes. Famílias como Asteraceae, Piperaceae e Rosaceae têm sido apontadas em diversas pesquisas como sobreutilizadas, enquanto que Poaceae, Orchidaceae e Cyperaceae foram inúmeras vezes registradas como subutilizadas. As famílias que são frequentemente registradas como sobreutilizadas têm seu expressivo emprego respaldado pela literatura química, devido à produção de compostos bioativos (Gottlieb *et al.* 2002). Já famílias como Poaceae e Cyperaceae possuem baixa atividade biológica (Amiget *et al.* 2006), o que explicaria o seu menor uso medicinal.

No entanto, nem sempre as famílias sobreutilizadas ou subutilizadas são as mesmas em diferentes estudos. Famílias como Fabaceae, por exemplo, já foram classificadas como sobreutilizadas em alguns estudos e como subutilizadas em outros. Nesse caso, se há alguns padrões evidentes, por que algumas famílias podem se comportar de forma tão discrepante? Mais informações precisam ser reunidas pelos cientistas para explicar se essas discrepâncias são causadas por fatores culturais ou outros fatores externos às plantas ou, então, se algumas famílias botânicas (especialmente as de ampla distribuição) possuem fortes divergências quanto à composição química de suas espécies. Mas tais discrepâncias não invalidam, de forma alguma, a existência de padrões evidentes e universais relacionados à taxonomia das espécies medicinais.

O segundo caso anteriormente proposto, de que famílias diferentes serviriam para tratar afecções distintas, não tem recebido muita atenção por parte do campo científico, de modo que padrões desse tipo ainda estão por ser descobertos. No entanto, já é possível observar, em alguns estudos, que doenças diferentes tendem a ser tratadas por famílias botânicas distintas (Weckerle *et al.* 2011; Medeiros *et al.* 2013). Observamos, por exemplo, pouca similaridade nas famílias empregadas para tratar um mesmo sistema corporal, o que significa que há uma tendência de diferentes famílias tratarem distintos sistemas corporais (Medeiros *et al.* 2013). Notamos, na verdade, que os sistemas corporais mais similares (desordens respiratórias e doenças infecciosas e parasitárias) são exatamente os que necessitam de requerimentos de cura mais semelhantes (nesse caso, plantas com propriedades antimicrobianas, que servem tanto para doenças infecciosas convencionais quanto para alguns problemas respiratórios relacionados a resfriados, bronquites etc.).

Padrões relacionados ao hábito das plantas

Há evidências de que a seleção de plantas para fins medicinais está, também, relacionada ao seu hábito. Uma das premissas defendidas pelos cientistas é a de que o hábito herbáceo é o mais importante do ponto de vista medicinal (Stepp & Moerman 2001). Essa noção parte da observação da predominância de ervas, especialmente das ruderais, em farmacopeias

de todo o mundo e está intimamente associada ao desdobramento químico da hipótese da aparência ecológica (HAE), segundo a qual plantas aparentes (mais visíveis ou abundantes no ambiente, geralmente, plantas lenhosas) investem em compostos de alto peso molecular (defesa quantitativa), enquanto que plantas não aparentes (herbáceas) investem em compostos de baixo peso molecular (defesa qualitativa) (Albuquerque & Lucena 2005). Os compostos qualitativos seriam os mais bioativos, o que explicaria o sucesso das ervas como produtos medicinais (para mais informações sobre a HAE, ver o capítulo 13).

Apesar da ampla aceitação das ervas como principais componentes das farmacopeias locais, algumas exceções têm sido encontradas, principalmente em regiões semiáridas. Um estudo desenvolvido na região semiárida da Etiópia registrou um número maior de árvores do que de plantas de qualquer outro hábito sendo usadas para fins medicinais (Zone *et al.* 2007). Além disso, estudos desenvolvidos na caatinga (floresta sazonal seca) brasileira mostram que, apesar de as herbáceas serem mais expressivas nas farmacopeias em termos de número de espécies, principalmente devido à expressividade das ervas exóticas, as arbóreas apresentam maior versatilidade de uso ou maior importância para as populações locais (Albuquerque *et al.* 2007; Almeida *et al.* 2010). Do ponto de vista químico, a caatinga também tem se mostrado uma exceção ao que se espera, já que as plantas arbóreas consideradas medicinais possuem, além de compostos quantitativos, metabólitos qualitativos outrora associados às espécies herbáceas (ver Almeida *et al.* 2005; Alencar *et al.* 2009).

Nesse sentido, percebemos que as descobertas etnobotânicas sobre os principais hábitos das plantas medicinais ainda possuem lacunas a serem preenchidas. Se a expressividade de ervas nas farmacopeias é tão significativa, por que existem exceções? Tais exceções podem ser explicadas por algum fator ambiental (como, por exemplo, ambientes semiáridos) ou algum fator cultural? Ambientes com características distintas levam a diferentes padrões relacionados ao hábito das plantas? Com o aumento da atenção científica sobre esse tema, especialmente em regiões escassas de tais estudos, certamente teremos uma resposta conclusiva.

Padrões relacionados à origem e distribuição biogeográfica

Alguns cientistas têm questionado se a função de espécies nativas e exóticas nas farmacopeias tradicionais pode obedecer a uma mesma lógica em diferentes comunidades locais. A esse respeito, sabe-se, por exemplo, que, embora haja uma crença de que o ingresso de espécies exóticas na medicina tradicional esteja necessariamente ligado a processos de aculturação²⁸, a entrada dessas plantas pode fazer parte de um processo de evolução das farmacopeias para que estas se adaptem a mudanças culturais e ecológicas (Palmer 2004).

Partindo do princípio de que o conhecimento tradicional é dinâmico e de que a entrada de espécies exóticas pode enriquecer as farmacopeias, algumas hipóteses foram desenvolvidas para explicar os motivos que levam ao ingresso dessas espécies no repertório local de plantas medicinais. De acordo com Bennett & Prance (2000), as espécies exóticas ingressam no cotidiano de populações locais para usos distintos do medicinal, como o alimentício e o ornamental, de modo que o emprego medicinal é desenvolvido *a posteriori*, não sendo, muitas vezes, o motivo da introdução da espécie nas comunidades. Assim, quanto maior for a versatilidade de uma espécie exótica, maior será a probabilidade de ela ingressar em um local e, posteriormente, ser empregada para fins medicinais, hipótese essa testada por Alencar *et al.* (2010) e denominada hipótese da versatilidade.

Outra tentativa de explicar o ingresso de plantas exóticas em farmacopeias tradicionais consistiu na hipótese da diversificação (Fig. 1), proposta pela primeira vez por Albuquerque (2006) e testada, posteriormente, por seu grupo de pesquisa (ver Alencar *et al.* 2010). Segundo essa hipótese, uma das primeiras tentativas formais de desafiar a ideia de aculturação anteriormente apresentada. as plantas exóticas ingressam em farmacopeias tradicionais para preencher lacunas não suportadas por espécies nativas. Tal hipótese foi testada no contexto da caatinga, demonstrando algumas evidências químicas e etnobotânicas favoráveis: para certas indicações terapêuticas, as espécies exóticas obtiveram exclusividade de

28 O termo “aculturação” vem sendo empregado na literatura para descrever os processos de alterações culturais sofridos pelas comunidades locais (ver Eyssartier *et al.* 2008).

citações, estando certos compostos presentes unicamente nessas plantas (Alencar *et al.* 2010; Almeida *et al.* 2010).

Algumas lacunas podem surgir na farmacopeia, não porque espécies nativas são ineficientes no tratamento de certas doenças, mas porque algumas doenças são recentes em um local ou de difícil diagnóstico (como câncer, pressão alta e diabetes). Nesses casos, a limitação em diagnosticar a doença impede que as espécies nativas sejam experimentadas e aplicadas no seu tratamento. Muitas vezes, o diagnóstico desse tipo de doença vem de fora da comunidade, como, por exemplo, por meio da biomedicina, que pode trazer, também, espécies exóticas de uso difundido para as afecções de difícil diagnóstico. Assim sendo, espera-se que, para esse tipo de doença, haja um predomínio de plantas exóticas. Um estudo realizado no sudeste do Marrocos, com plantas utilizadas para diabetes e hipertensão, demonstrou que a grande maioria das plantas usadas para esses fins são exóticas, sejam elas espontâneas, cultivadas ou trazidas de outros locais do Marrocos (Tahraoui *et al.* 2007).

Assim, se a hipótese da diversificação for verdadeira, a entrada de espécies exóticas nas farmacopeias não ocorrerá de forma aleatória, mas seguirá um padrão geral de preenchimento de lacunas. No entanto, ainda é preciso avançar mais nas pesquisas para que essa hipótese seja testada em múltiplos contextos.

Padrões relacionados às indicações terapêuticas

Um dos padrões mais evidentes que os cientistas e pesquisadores têm encontrado é o destaque do sistema digestivo entre os sistemas corporais tratados por plantas, de modo que, na grande maioria dos estudos, as desordens digestivas possuem maior número de citações e/ou maior número de plantas para tratá-las (para exemplos, ver Ankli *et al.* 1999; Molares & Ladio 2009). Doenças respiratórias e doenças de pele também costumam estar entre as mais expressivas nos sistemas médicos locais (ver Heinrich *et al.* 1998; Rehecho *et al.* 2011).

Dessa forma, as indicações terapêuticas com maior número de plantas para tratá-las tendem a apresentar uma das (ou ambas as) características a

seguir: a) estar entre as mais recorrentes na comunidade, já que é possível que as pessoas desenvolvam repertórios mais minuciosos para tratar enfermidades que fazem parte do seu dia a dia, e b) apresentar possibilidades de tratamentos com vários (e diferentes) compostos bioativos, o que explicaria o maior número de plantas que servem para o tratamento.

Vejam os exemplos das desordens digestivas e sua predominância nos estudos etnobotânicos. Por um lado, sabemos que tais desordens são bastante frequentes em diversas comunidades locais, devido, entre outras coisas, à falta de condições sanitárias adequadas e à má qualidade da água. Nesse caso, a alta incidência de espécies e citações de uso para os problemas digestivos poderia estar relacionada ao maior esforço em estabelecer um repertório de plantas para curar enfermidades muito frequentes. Por outro lado, doenças digestivas podem ser tratadas com um amplo espectro de compostos bioativos, o que também poderia justificar a grande quantidade de plantas associadas à sua cura. Se esse princípio é válido, então, doenças complexas, cujo tratamento está associado a um ou poucos compostos bioativos, tendem a possuir baixo número de espécies empregadas no seu tratamento, como é o caso do câncer, de algumas doenças do sistema nervoso e de tantas outras enfermidades. Porém, por vezes, o estudo dos padrões quanto às indicações terapêuticas pode ser prejudicado devido a problemas teóricos e metodológicos das pesquisas. Estudos etnobotânicos costumam dar pouca atenção às indicações terapêuticas, usando-as apenas para compor listas de plantas ou para calcular índices de importância das espécies. Além disso, são muito comuns os estudos que apenas resgatam as propriedades medicinais de cada planta, sem, no entanto, atentar aos conceitos locais de doença, que podem ser diferentes dos modelos ocidentais. Assim, o que significa uma condição de enfermidade para a sociedade ocidental pode significar outra para determinada comunidade, já que o próprio entendimento sobre o que é uma doença apresenta variações. Em comunidades do norte da Argentina, estudadas por Hurell (1991), por exemplo, a doença não é tida como um estado transitório de saída de uma condição normal. Diferentemente disso, a saúde e a doença são duas instâncias que constituem a vida do indivíduo.

Não só as doenças são algumas vezes abordadas de forma superficial em diferentes estudos, mas também a forma como as plantas atuam sobre

as doenças. De um modo geral, muitos estudos não diferenciam plantas que servem para curar uma doença, mitigá-la (ou mitigar os seus sintomas) e preveni-la. Assim, uma apresentação clara e detalhada do objeto investigado, bem como a discussão acerca das indicações terapêuticas nos estudos etnobotânicos, é essencial para o entendimento dos padrões de uso.

O papel do ambiente

Nos tópicos anteriores, explicitamos alguns dos comportamentos que parecem se repetir quanto ao uso de plantas medicinais e suas possíveis razões. No entanto, esses comportamentos podem diferir de um local para outro em função de vários motivos, tais como o papel exercido pelo ambiente no qual os grupos humanos estão inseridos. Veremos, a seguir, de que forma o ambiente pode aproximar ou distanciar comunidades em termos de similaridade no uso de plantas medicinais. Também resgataremos os padrões anteriormente discutidos quanto à origem, ao hábito e às indicações terapêuticas das plantas, para mostrar que, por vezes, tais padrões podem divergir entre comunidades localizadas em contextos ambientais distintos.

Diferentes estudos oferecem indícios de que o ambiente tem um papel importante na seleção de plantas medicinais. Alguns deles têm demonstrado que povos de diferentes etnias ou origens, que habitam regiões próximas ou vizinhas em ambientes semelhantes, tendem a usar repertórios bastante semelhantes de plantas medicinais. Coe & Anderson (1999), por exemplo, ao comparar dois grupos indígenas vizinhos de etnias diferentes na Nicarágua, observaram que 80% do repertório de plantas medicinais é compartilhado entre os dois grupos. Similarmente, Albuquerque *et al.* (2008) compararam os componentes vegetais das farmacopeias entre um grupo indígena e uma comunidade rural, ambos inseridos na caatinga do estado de Pernambuco, notando grande similaridade de plantas usadas, a qual foi ainda maior quando analisado apenas o grupo das espécies nativas.

A importância do ambiente na seleção de plantas também pode ser evidenciada por estudos que mostram diferenças nas farmacopeias de

povos de mesma origem, mas inseridos em ambientes distintos. Ladio *et al.* (2007) compararam o conhecimento de plantas medicinais por povos Mapuche que habitam zonas de estepes áridas e florestas úmidas na Patagônia argentina e demonstraram que apenas 40% das plantas são de uso comum entre os dois grupos. A marcante dissimilaridade foi atribuída ao fato de que as duas comunidades habitam ecossistemas distintos, o que impõe limites ao contato com as mesmas plantas, assim como à sua aquisição, pelos dois grupos. O contexto de migrações também oferece exemplos interessantes de como o ambiente pode limitar a aquisição de espécies ou diminuir as similaridades entre farmacopeias, mesmo entre povos com a mesma origem. Um estudo de caso particularmente esclarecedor foi realizado com povos Akha, que se separaram entre 100 e 120 anos atrás e habitam, dentre outros locais, países do sudeste asiático – a China e a Tailândia (Inta *et al.* 2008). Esse estudo mostrou que, apesar de manterem práticas e tradições semelhantes, a movimentação para áreas distintas forçou os Akha a utilizar um novo grupo de espécies no que diz respeito às plantas medicinais.

Não é apenas o repertório de plantas medicinais que pode variar de acordo com o ecossistema, mas também a própria riqueza dessas plantas, de modo que certos ecossistemas possuem maior potencial para prover um número mais expressivo de plantas usadas por povos locais do que outros. Considerando-se que as pessoas, muitas vezes, selecionam plantas para suas práticas médicas seguindo uma lógica biocomportamental, em que a seleção cultural é guiada pelas propriedades físico-químicas das plantas (Johnson 2006), o fato de certos ambientes privilegiarem a maior presença de compostos bioativos do que outros (ver Voeks 2004; Albuquerque *et al.* 2012) pode levar a maior expressividade de uso de plantas medicinais nativas em ecossistemas particulares. Isso, junto a fatores históricos e culturais, poderia ajudar a explicar o porquê de algumas áreas possuírem maior riqueza de espécies nativas em suas farmacopeias do que outras.

Ainda quanto à riqueza de plantas medicinais, outra questão bastante discutida, mas pouco testada pelos cientistas, é se a urbanização reduz ou não o número de espécies botânicas nas farmacopeias locais. De forma geral, acredita-se que ambientes mais urbanizados tendem a

possuir menor riqueza de plantas medicinais (Amorozo 2002). Alguns motivos para essa hipótese são o fato de o ambiente urbano oferecer menor disponibilidade de espécies, especialmente nativas, como evidenciado em estudos no âmbito da ecologia urbana (ver McKinney 2008), e o fato de ambientes urbanos propiciarem maiores facilidades de acesso a medicamentos alopáticos (Amorozo 2002), o que pode diminuir o uso de plantas para fins terapêuticos. Porém, essa hipótese não tem sido testada, e alguns autores vislumbram outros cenários que não a simples diminuição de riqueza em virtude do aumento da urbanização. Amorozo (2002), por exemplo, sugere que, quando as comunidades recebem influência da sociedade urbano-industrial, pode haver, em um primeiro momento, um acréscimo no conhecimento sobre plantas e no seu uso, devido ao aumento da oportunidade de contato com as espécies exóticas, que podem ser adquiridas, por exemplo, em farmácias ou mercados públicos (ver Hilgert *et al.* 2010).

Dessa forma, poderíamos esperar que a dinâmica do conhecimento e/ou uso de espécies obedecesse às premissas da hipótese do distúrbio intermediário²⁹, de maneira que locais com graus intermediários de urbanização apresentassem maior riqueza de espécies conhecidas e/ou usadas, pois posicionam-se em um patamar ótimo entre a obtenção de plantas nativas (aparentemente mais expressivas em ambientes pouco urbanizados) e de plantas exóticas. Assim, é de esperar que ambientes urbanos possuam maior proporção de espécies exóticas do que ambientes rurais.

O ambiente e o grau de urbanização também podem interferir no hábito vegetal mais praticado pela comunidade, seja pela maior ou menor oferta de determinado hábito (ver Thomas *et al.* 2011), seja pelas diferentes rotas bioquímicas seguidas por plantas de diferentes hábitos em ambientes distintos (no caso específico do ambiente) (ver Albuquerque *et al.* 2012). As espécies arbóreas, por exemplo, em alguns ambientes,

29 A hipótese do distúrbio intermediário foi primeiramente proposta no âmbito da ecologia de comunidades para explicar por que a riqueza e diversidade de espécies em ambientes com etapas iniciais de antropização são maiores do que em áreas totalmente antropizadas e áreas totalmente naturais. A proposta dessa hipótese é a de que áreas de perturbação intermediária ainda preservam seus componentes originais, mas, ao mesmo tempo, agregam riqueza ao incluir, por exemplo, espécies pioneiras e invasoras.

podem apresentar alta incidência de compostos qualitativos (como é o caso da caatinga, anteriormente citada), enquanto que, em outras áreas, tais compostos são restritos às espécies herbáceas (como em grande parte dos estudos que suportam a HAE). Isso poderia gerar um padrão baseado no uso de ervas para alguns casos e outro padrão baseado no uso de árvores para situações como a da caatinga brasileira.

Apesar de os padrões relacionados às indicações terapêuticas serem bastante claros e baseados no predomínio, por exemplo, de afecções do sistema digestivo e respiratório, diferentes ambientes, por vezes, podem levar a distintas enfermidades dominantes em termos de número de espécies. Essas variações podem estar diretamente associadas a diferenças no ambiente nos quais as comunidades estão inseridas, diferenças essas que se devem basicamente a duas razões: a) ocorrência de doenças típicas de certos locais, que não ocorrem ou são menos expressivas em outros, e b) influência ambiental, de modo que cada tipo de ambiente privilegia certas rotas bioquímicas, o que gera consequências para os compostos predominantes e os tipos de doenças que esses compostos são capazes de tratar.

Considerações finais

Diante do exposto ao longo deste capítulo, podemos tecer algumas conclusões:

(1) existem claros padrões no uso de plantas medicinais por populações locais, baseados em formas semelhantes de apropriação dos recursos por tais populações;

(2) embora se observe a formação de padrões, sempre haverá comportamentos destoantes que fujam desses padrões;

(3) dentre outros fatores, o ambiente pode exercer um papel fundamental nas diferenças de uso de plantas entre as comunidades, podendo formar padrões divergentes (por exemplo, o maior uso de ervas em ambientes com uma característica X e o maior uso de árvores em ambientes com característica Y).

Assim, acreditamos que os próximos estudos na área herdarão o desafio de preencher algumas das lacunas aqui explicitadas. Estudar o comportamento de uso de plantas confrontando áreas úmidas e áridas,

tropicais e temperadas e urbanas e rurais, por exemplo, pode ser a chave para a elucidação de algumas dúvidas apresentadas neste capítulo.

Referências

- Albuquerque UP. 2006. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the caatinga vegetation of NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2(1): 1-30.
- Albuquerque UP, Lucena RFP. 2005. Can apparency affect the use of plants by local people in a tropical forests? *Interciência* 30(8): 506-510.
- Albuquerque UP, Medeiros PM, Almeida AL, Monteiro JM, Lins Neto EMF, Melo JG, Santos JP. 2007. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. *Journal of Ethnopharmacology* 114: 325-354.
- Albuquerque UP, Silva VA, Cabral MC, Alencar NL, Andrade LHC. 2008. Comparisons between the use of medicinal plants in indigenous and rural caatinga (dryland) communities in NE Brazil. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y Aromáticas* 7(3): 156-170.
- Albuquerque UP, Ramos MA, Melo JG. 2012. New strategies for drug discovery in tropical forests based on ethnobotanical and chemical ecological studies. *Journal of Ethnopharmacology* 140: 197-201.
- Alencar NL, Araújo TAS, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2009. Can the Apparency Hypothesis explain the selection of medicinal plants in an area of caatinga vegetation? A chemical perspective. *Acta Botanica Brasílica* 23(3): 910-911.
- Alencar NL, Amorim ELC, Araújo TAS, Albuquerque UP. 2010. The inclusion and selection of medicinal plants in traditional pharmacopoeias – Evidence in support of the diversification hypothesis. *Economic Botany* 64(1): 68-79.
- Almeida CFCBR, Ramos MA, Amorim ELC, Albuquerque UP. 2010. A comparison of knowledge about medicinal plants for three rural communities in the semi-arid region of northeast of Brazil. *Journal of Ethnopharmacology* 127(3): 674-84.
- Almeida CFCBR, Silva TCL, Amorim ELCD, Maia MBS, Albuquerque UP. 2005. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). *Journal of Arid Environments* 62(1): 127-142.
- Amiguet VT, Arnason JT, Maquin P, Cal V, Sánchez-vindas P, Alvarez LP. 2006. A regression analysis of Q'eqchi' Maya medicinal plants from southern Belize. *Economic Botany* 60(1): 24-38.
- Amorozo MC. 2002. Uso e diversidade de plantas medicinais em Santo Antonio do Leverger, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 16: 189-203.
- Ankli A, Sticher O, Heinrich M. 1999. Medical ethnobotany of the Yucatec Maya: healer's consensus as a quantitative criterion. *Economic Botany* 53(2): 144-160.

- Bennett BC, Husby CE. 2008. Patterns of medicinal plant use: an examination of the Ecuadorian Shuar medicinal flora using contingency table and binomial analyses. *Journal of Ethnopharmacology* 116(3): 422-30.
- Bennett BC, Prance GT. 2000. Introduced plants in the indigenous pharmacopoeia of northern South America. *Economic Botany* 54(1): 90-102.
- Bletter N. 2007. A quantitative synthesis of the medicinal ethnobotany of the Malinké of Mali and the Asháninka of Peru, with a new theoretical framework. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3: 36.
- Coe FG, Anderson GJ. 1999. Ethnobotany of the Sumu (Ulwa) of Southeastern Nicaragua and comparisons with Miskitu plant lore. *Economic Botany* 53: 363-386.
- Eyssartier C, Ladio AH, Lozada M. 2008. Cultural Transmission of Traditional Knowledge in two populations of North-western Patagonia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 4: 25- 33.
- Gottlieb OR, Borin MRMB, Brito NRS. 2002. Integration of ethnobotany and phytochemistry: dream or reality? *Phytochemistry* 60(2): 145-52.
- Heinrich M, Ankli A, Frei B, Weimann C, Sticher O. 1998. Medicinal plants in Mexico: healers' consensus and cultural importance. *Social Science & Medicine* 47(11): 1859-1871.
- Hilgert N, Higueira M, Kristensen M. 2010. La medicina herbolaria en el contexto urbano. Estudio de caso en un barrio de la ciudad de Tandil, Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas Medicinales y Aromáticas* 9: 177-190.
- Hurell, J.A. 1991. Etnomedicina: enfermedad y adaptación en Iruya y Santa Victoria (Salta, Argentina). *Revista del Museo de La Plata - Tomo Antropología* 69: 109-124.
- Inta A, Shengji P, Balslev H, Wangpakapattanawong P, Trisonthi C. 2008. A comparative study on medicinal plants used in Akha's traditional medicine in China and Thailand, cultural coherence or ecological divergence? *Journal of Ethnopharmacology* 116(3): 508-17.
- Johnson LM. 2006. Gitksan medicinal plants - cultural choice and efficacy. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2: 29.
- Ladio A, Lozada M, Weigandt M. 2007. Comparison of traditional wild plant knowledge between aboriginal communities inhabiting arid and forest environments in Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* 69(4): 695-715.
- McKinney ML. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems* 11: 161-176.
- Medeiros, P.M.; Ladio, A.; Santos, A.M.M. & Albuquerque, U.P. 2013. Does the selection of medicinal plants by local populations suffer taxonomic influence? *Journal of Ethnopharmacology* 146: 842-852.
- Medeiros PM, Soldati GT, Alencar NL, Vandebroek I, Pieroni A, Hanazaki N, Albuquerque UP. 2012. The use of medicinal plants by migrant people: adaptation, maintenance and replacement. *Evidence-Based Complementary and Alternative medicine* 807452.

- Moerman DE. 1979. Symbols and selectivity: a statistical analysis of native American medical ethnobotany. *Journal of Ethnopharmacology* 1: 111-119.
- Molares S, Ladio A. 2009. Ethnobotanical review of the Mapuche medicinal flora: use patterns on a regional scale. *Journal of Ethnopharmacology* 122: 251-260.
- Palmer CT. 2004. The inclusion of recently introduced plants in the Hawaiian ethnopharmacopoeia. *Economic Botany* 58: S280-S293.
- Rehecho S, Uriarte-Pueyo I, Calvo J, Vivas LA, Calvo MI. 2011. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Nor-Yauyos, a part of the Landscape Reserve Nor-Yauyos-Cochas, Peru. *Journal of Ethnopharmacology* 133(1): 75-85.
- Stepp JR, Moerman DE. 2001. The importance of weeds in ethnopharmacology. *Journal of Ethnopharmacology* 75(1): 19-23.
- Tahraoui A, El-Hilaly J, Israili ZH, Lyoussi B. 2007. Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province). *Journal of ethnopharmacology* 110(1): 105-117.
- Thomas E, Semo L, Morales M, Noza Z, Nuñez H, Cayuba A, Noza M, Humaday N, Vaya J, Van Damme P. 2011. Ethnomedicinal practices and medicinal plant knowledge of the Yuracarés and Trinitarios from Indigenous Territory and National Park Isiboro-Sécure, Bolivian Amazon. *Journal of Ethnopharmacology* 133(1): 153-63.
- Voeks RA. 2004. Disturbance Pharmacopoeias: Medicine and myth from the humid tropics. *Annals of the Association of American Geographers* 94(4): 868-888.
- Weckerle CS, Cabras S, Castellanos ME, Leonti M. 2011. Quantitative methods in ethnobotany and ethnopharmacology: Considering the overall flora-hypothesis testing for over- and underused plant families with the Bayesian approach. *Journal of Ethnopharmacology* 137(1): 837-843.
- Weckerle CS, Cabras S, Castellanos ME, Leonti M. 2012. An imprecise probability approach for the detection of over and underused taxonomic groups with the Campania (Italy) and Sierra de Popoluca (Mexico) medicinal flora. *Journal of Ethnopharmacology* 142: 259-264.
- Zone A, Wondimu T, Asfaw Z, Kelbessa E. 2007. Ethnobotanical study of medicinal plants around “Dheeraa” town, Arsi Zone, Ethiopia. *Journal of Ethnopharmacology* 112: 152-161.

Bases biológicas e culturais do uso de plantas alimentícias e medicinais

Washington Soares Ferreira Júnior, Letícia Zenóbia Oliveira Campos,
Andrea Pieroni e Ulysses Paulino de Albuquerque

ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:



<https://youtube.com/live/Zrfn1essuwg>



A literatura etnobiológica, de modo geral, tem tratado separadamente o uso de recursos alimentícios e medicinais por populações humanas. Não há dúvidas de que esses dois tipos de recursos estão na base da sobrevivência humana, nutrindo a nossa espécie e/ou prevenindo e tratando doenças. Algumas pesquisas mostram, entretanto, que o uso de plantas alimentícias pode ter impacto na manutenção da saúde de um grupo ou servir para o tratamento de doenças (Johns 1990; Pieroni & Price 2006; Etkin 2006).

Essa sobreposição pode, na verdade, sugerir muito mais do que o simples fato de as pessoas usarem um mesmo recurso para ambas as finalidades, indicando que pode haver um *continuum* evolutivo no uso de plantas alimentícias e plantas medicinais. Esse contínuo pode lançar luz sobre o entendimento de como os humanos, ao longo de sua trajetória evolutiva, apropriaram-se da natureza e como, a partir disso, começaram a desenvolver seus sistemas médicos e nutricionais.

Neste capítulo, procuramos, assim, desenvolver as ideias que estão por trás de um *continuum* alimento-medicina, que permitiu aos seres humanos lidar com a natureza vegetal. Com base nisso, discutimos o papel desse *continuum*, particularmente no que concerne à origem de sistemas médicos, apresentando algumas bases biológicas e culturais que levaram o ser humano a perceber e acessar o contínuo alimento-medicina durante sua história evolutiva.

O *continuum* alimento-medicina

Em determinadas situações, torna-se difícil separar os usos alimentício e medicinal de plantas, o que sugere a existência de um *continuum* entre essas duas categorias. Imigrantes sul-asiáticos que vivem no norte da Inglaterra, por exemplo, usam vegetais na culinária que também são empregados medicinalmente (Pieroni *et al.* 2007). Uma forte sobreposição entre os dois usos também já foi observada em comunidades nigerianas (Etkin & Ross 1982).

Do ponto de vista farmacológico, existem evidências indicando que certas plantas utilizadas como alimentícias apresentam compostos com

importante ação farmacológica. A comunidade Maasai do leste africano, por exemplo, emprega regularmente um conjunto de plantas na alimentação, dentre as quais algumas apresentam um alto conteúdo de saponinas e fenóis, tendo potencial para minimizar a incidência de problemas cardiovasculares na comunidade, já que esta apresenta uma dieta rica em colesterol e gordura (Johns *et al.* 1999). Além disso, esses vegetais adicionados à dieta foram observados exercendo atividade *in vitro* contra o vírus do sarampo, uma doença que tem alta incidência em crianças dessa comunidade (Parker *et al.* 2007). Assim, as plantas adicionadas na dieta dos Maasai podem desempenhar um importante papel na manutenção da saúde local, tendo em vista o potencial farmacológico que apresentam.

O uso de um conjunto de recursos como medicina e alimento pode ser classificado de diferentes formas (Pieroni & Quave 2006). O primeiro caso ocorre quando plantas são indicadas no uso medicinal e no uso alimentício, mas esses dois usos não estão relacionados. Por exemplo, as partes aéreas de uma planta podem ser usadas *in natura* como alimento, mas são consideradas como medicinais ao serem maceradas e aplicadas de forma tópica. Nesse caso, não há relação entre os dois usos. O segundo caso acontece quando uma planta é ingerida em um contexto alimentício, não sendo indicada para uma ou mais doenças específicas, embora seu uso possa ser reconhecido pelas pessoas por causar um impacto positivo na saúde. Plantas desse tipo podem servir como alimentos funcionais em um grupo humano. Por fim, existem plantas que são utilizadas para a alimentação e também para a prevenção e/ou o tratamento de uma ou mais doenças específicas. É o caso, por exemplo, de sementes de uma planta empregadas na alimentação que são ingeridas após cozimento, sendo esse mesmo uso indicado para o tratamento de doenças que acometem o trato gastrointestinal. Esses três casos mostram que determinado recurso é usado como medicina ou alimento a depender do modo de preparo e/ou da intenção e finalidade para a qual o recurso é empregado (Jennings *et al.* 2015). Os três exemplos refletem diferentes níveis de um *continuum* alimento-medicina, podendo ser difícil definir no terceiro caso uma separação entre os usos alimentícios e medicinais (Jiang & Quave 2013; Jennings *et al.* 2015).

A atribuição do uso alimentício e medicinal a um conjunto de recursos pode ser fruto de adaptações bioculturais na espécie humana em

resposta à ocorrência de enfermidades (Etkin & Ross 1982), uma vez que as doenças têm sido uma importante força seletiva ao longo da evolução humana (Brown 1987). A partir disso, a seleção de recursos que contribuem para a nutrição e para a prevenção e o tratamento de doenças pode ter sido vantajosa para as populações humanas durante sua trajetória evolutiva. As populações de caçadores-coletores, por exemplo, eram consideradas as mais bem nutridas da história, pois tinham à sua disposição uma alta diversidade de espécies ricas em substâncias que conferiam a função de saciar a fome e, ao mesmo tempo, de prevenir e/ou tratar doenças (Etkin 2006). Contudo, a modificação dos hábitos alimentares principalmente após o desenvolvimento da agricultura pode estar ligada ao aparecimento de muitas doenças nas populações modernas, já que houve uma redução de aproximadamente 50% na diversidade de plantas usadas na dieta (Etkin 2006; Leonti 2012).

Ao observar as evidências que reforçam a existência do contínuo alimento-medicina em uma perspectiva evolutiva, podemos fazer o seguinte questionamento: o que esse *continuum* pode revelar sobre a evolução das relações da espécie humana com a natureza? Inicialmente, para tentar responder a essa questão, apresentamos a perspectiva químico-ecológica de Timothy Johns acerca das inter-relações entre os seres humanos e os químicos do ambiente (Johns 1990; 1999). Nessa perspectiva, o emprego de plantas e animais na alimentação humana tem uma longa história evolutiva, tendo em vista que os seres humanos desenvolveram um conjunto de estratégias ao longo de sua evolução para lidar com os compostos químicos ingeridos na dieta a fim de maximizar os compostos benéficos e minimizar o efeito de toxinas potenciais. Segundo Johns (1990), a base da medicina humana está no uso de plantas para a alimentação em nosso passado evolutivo. Durante os processos de experimentação de plantas alimentícias no passado, é provável que os seres humanos tenham identificado alguns recursos que aliviavam sintomas de doenças, além de fornecer benefícios nutricionais (Johns 1990). Nesse caso, o desenvolvimento do uso de plantas medicinais pode ter iniciado quando os seres humanos perceberam que certas plantas alimentícias também tratavam doenças, gerando, assim, o *continuum* alimento-medicina. Diante disso, nossa primeira resposta à pergunta supracitada é que o contínuo

alimento-medicina foi a base para que os seres humanos percebessem o uso medicinal de plantas, constituindo, assim, a base da evolução de sistemas médicos.

Outro cientista que forneceu uma contribuição para essa discussão foi Daniel Moerman. Moerman analisou um conjunto de dados sobre o uso de plantas por 291 tribos da América do Norte, compreendendo os usos de 3.895 espécies diferentes (Moerman 1996). Ao avaliar as relações entre os usos alimentício e medicinal, o autor verificou que 19% das espécies foram indicadas como de uso exclusivamente alimentício, 45% foram registradas como de uso medicinal e 29% foram citadas como de uso alimentício e medicinal, evidenciando uma sobreposição dos dois usos. Moerman sugeriu, então, que esses dados não corroboram a ideia de Timothy Johns de que o uso medicinal derivou do uso de plantas alimentícias, uma vez que, nesse caso, seria esperada uma maior quantidade de plantas com sobreposição entre os dois usos. Ao analisar as espécies em que os usos alimentício e medicinal foram sobrepostos, o autor notou, ainda, que os usos não necessariamente se sobrepunham quanto às partes utilizadas das espécies. Ou seja, mesmo nas espécies em que ocorre a sobreposição dos dois usos, muitas vezes, as partes utilizadas para as duas finalidades são distintas. Os dados mostram, por exemplo, que frutos foram indicados principalmente para o uso alimentício, sendo pouco citados para o uso medicinal. Da mesma forma, lianas e videiras são principalmente indicadas para uso medicinal, mas pouco dirigidas ao uso alimentício (Moerman 1996). A partir desses dados, Moerman entendeu que o uso medicinal não necessariamente derivou do uso alimentício, mas que o uso medicinal evoluiu de forma independente. Os dados de Moerman são robustos, e sua argumentação é válida se considerarmos que uma tradição médica ou alimentar deva permanecer estática. O trabalho de Gottlieb *et al.* (1995), por sua vez, oferece evidências interessantes que, de certo modo, justificam os achados de Moerman (1996) para os quais temos uma interpretação diferente.

Gottlieb e colaboradores realizaram um estudo com três grupos indígenas amazônicos para verificar como os usos alimentícios e medicinais se distribuem nas famílias botânicas (Gottlieb *et al.* 1995). Eles observaram que as plantas alimentícias tendem a pertencer a grupos botânicos

que são mais basais evolutivamente e que as plantas de uso medicinal tendem a pertencer a grupos botânicos mais derivados. As subclasses que apresentaram um alto número de plantas alimentícias abrangeram poucas plantas medicinais e vice-versa (Gottlieb *et al.* 1995). Esses dados mostram novamente que essa baixa sobreposição seria esperada, corroborando os achados de Moerman, mas não invalidam a ideia de um *continuum*. Ou seja, sugerimos que o contínuo teve um papel importante para a origem do uso medicinal, mas que o conhecimento e as práticas medicinais evoluíram, de certa forma, independentemente a partir do *continuum* alimento-medicina. Nesse sentido, o papel do contínuo pode estar na origem da medicina humana, mas não necessariamente na sua trajetória evolutiva.

Alguns trabalhos podem fornecer evidências interessantes sobre o papel do *continuum* alimento-medicina. Dados recentes coletados de uma área remota e montanhosa dos Balcãs do Sul (Quave & Pieroni 2015), em que os albaneses têm convivido com a minoria étnica Gorani por vários séculos. Apesar dessa contiguidade e do fato de que esses grupos habitam a mesma paisagem ecológica remota, os usos de plantas medicinais dos Gorani e dos albaneses fortemente divergem, enquanto as plantas alimentícias selvagens e seus preparos são similares. O fato de que preparados à base de plantas alimentícias selvagens são considerados importantes para ‘manter’ a saúde, especialmente durante os invernos, ou seja, representando ‘nutracêuticos folk’ (Pieroni & Quave 2006), poderia sugerir que essa área cinza representa o núcleo de uma ‘cozinha medicinal’ pela qual se originaram plantas medicinais muito divergentes. Além disso, enquanto o conhecimento envolvendo os alimentos e os alimentos medicinais é distribuído ubiquamente, o conhecimento de plantas medicinais específico é frequentemente retido a pessoas/curandeiros conhecedores específicos.

Isso poderia explicar também por que na região do mediterrâneo, por exemplo – em que os curandeiros de plantas medicinais certamente desempenharam um papel menor nos últimos séculos na prestação de cuidado da saúde entre os camponeses – o conhecimento de plantas medicinais é ainda muito ligado aos alimentos medicinais e é frequentemente considerado uma herança comum em toda a comunidade.

Para entender o papel do contínuo na origem da medicina, é preciso responder a uma segunda pergunta: como os seres humanos perceberam as propriedades terapêuticas de plantas a partir do contínuo alimento-medicina? Para ajudar a responder a essa questão, apresentamos a seguir dois tópicos que versam sobre as bases biológicas e culturais que teriam sido importantes em nossa história evolutiva, uma vez que permitiram à nossa espécie uma maior aproximação e experimentação com espécies que refletiam o contínuo alimento-medicina.

Bases biológicas envolvidas no *continuum* alimento-medicina

Destacamos, neste tópico, as bases biológicas que permitiram ao ser humano acessar e perceber o *continuum* alimento-medicina. Para isso, tomamos como exemplo a produção de enzimas de desintoxicação no organismo e a percepção quimiossensorial humana.

Enzimas de desintoxicação em humanos

Existe uma variedade de enzimas de desintoxicação produzidas pelos seres humanos que são importantes para degradar compostos tóxicos ingeridos na alimentação (Ingelman-Sundberg 2005), tais como *UDP glucuronosyltransferases*, *glutathione transferases*, *sulfotransferases* e a superfamília dos citocromos P450 (Nebert & Dieter 2000). Essas enzimas têm exercido um papel importante na adaptação humana ao ambiente químico ao qual os primeiros hominídeos estavam expostos (Johns 1990), resultando atualmente em um alto grau de polimorfismos genéticos e em um alto número de cópias de alguns genes que codificam essas enzimas (Wang *et al.* 2007).

Evidências mostram que indivíduos que apresentam múltiplas cópias do gene que codifica a família de enzimas de desintoxicação CYP2D6 conseguem metabolizar um maior número de compostos tóxicos do que indivíduos que apresentam poucas cópias desse gene (Ingelman-Sundberg 2001; Aklillu *et al.* 2002). Assim, podemos pensar que um maior número de cópias desses genes em dado indivíduo permite um aumento na

quantidade e diversidade de alimentos ingeridos sem que haja uma reação tóxica no organismo.

De um ponto de vista evolutivo, a presença dessas enzimas poderia ter facilitado o acesso ao *continuum* alimento-medicina pelos primeiros grupos humanos para atender a demandas nutricionais e terapêuticas (Johns 1990). Assim, a dieta baseada na ingestão de plantas que apresentam compostos secundários tóxicos pode ter sido facilitada, uma vez que essas enzimas podem degradar uma grande quantidade de compostos tóxicos, diminuindo sua concentração no organismo (Ingelman-Sundberg 2005). Da mesma forma, a ingestão dessas plantas poderia fornecer a manutenção da saúde do organismo, já que os compostos secundários bioativos apresentam importantes atividades farmacológicas (Leonti 2012).

Percepção quimiossensorial e limiar de percepção do gosto amargo

Outro meio pelo qual os seres humanos perceberam o *continuum* alimento-medicina pode ter sido via a percepção do gosto. Comunidades albanesas que vivem no sul da Itália, por exemplo, utilizam plantas com gosto levemente amargo somente como alimentícias, plantas com um gosto amargo mais acentuado para fins tanto alimentícios quanto medicinais, e plantas com um gosto amargo percebido pelas pessoas como forte para uso apenas medicinal (Pieroni *et al.* 2002). A partir desse exemplo, podemos inferir que o uso alimentício e medicinal representa um contínuo que é acessado a partir da percepção do sabor amargo. Um conjunto de trabalhos realizados em vários grupos culturais sugere uma relação entre o gosto amargo e a indicação de uma planta como medicinal, de modo que o amargor percebido é um indicativo para as pessoas de que o recurso possui valor medicinal (Brett 1998; Brett & Heinrich 1998). Além disso, tem sido observado que o gosto amargo está associado com um aglomerado de compostos que apresentam atividade farmacológica (Mennella *et al.* 2013).

Embora nem todas as pesquisas tenham observado uma associação entre o gosto e um conjunto de doenças em particular (ver Casagrande 2000), alguns trabalhos têm sugerido que essa associação pode existir

(Ankli *et al.* 1999; Leonti *et al.* 2002). O trabalho de Medeiros *et al.* (2015), por exemplo, mostrou que existe uma associação entre o gosto percebido e a indicação de plantas para um conjunto de doenças em uma comunidade local no nordeste brasileiro. Contudo, essa associação foi observada somente para as indicações terapêuticas mais populares e para os gostos mais mencionados pelo grupo estudado, como o gosto amargo: plantas com gosto amargo foram principalmente indicadas para determinadas doenças, e plantas com nenhum gosto ou percebidas como tendo um gosto bom foram direcionadas para outras doenças (Medeiros *et al.* 2015). Isso sugere que a percepção do gosto exerce um papel importante no uso de plantas medicinais, particularmente para as doenças e os gostos mais citados, e que, além disso, o gosto amargo tem se destacado no reconhecimento de plantas medicinais pelas pessoas. Ao considerar que o gosto amargo é importante no uso medicinal, podemos deduzir que o estudo sobre a percepção humana do gosto amargo pode fornecer pistas para compreender como os seres humanos perceberam o contínuo alimento-medicina.

A percepção do gosto amargo varia entre diferentes indivíduos, e essa variação tem influência genética. O gene *TAS2R38* tem sido associado com a percepção do gosto, sendo ligada a uma alta sensibilidade ao gosto amargo, uma vez que indivíduos que portam esse alelo percebem o gosto amargo mesmo quando a concentração de um composto de reconhecido gosto amargo está baixa em um alimento ou remédio (Mennella *et al.* 2005). Ao contrário, outro alelo desse gene tem sido associado com uma baixa sensibilidade ao gosto amargo, estando presente em indivíduos que percebem o gosto amargo somente em concentrações mais altas de um composto de gosto amargo em um preparado (Mennella *et al.* 2005). Dessa forma, a combinação dos alelos desse gene tem sido associada com a formação de três grupos de indivíduos com base na percepção do gosto amargo: (1) os *supertasters* ou superprovadores, os quais apresentam uma alta sensibilidade ao gosto amargo; (2) os *tasters* ou provadores, que apresentam limiares intermediários de percepção do gosto; e (3) os *nontasters* ou não provadores, que têm uma baixa sensibilidade ao gosto amargo (Bartoshuk 2000). As frequências dos alelos *taster* e *nontaster* na população humana têm sido estimadas em torno de 50% (Guo & Reed

2001; Wooding *et al.* 2004). Em dados coletados nos Estados Unidos, por exemplo, as frequências dos fenótipos *nontaster*, *taster* e *supertaster* correspondem a 25%, 50% e 25%, respectivamente, na população estadunidense (Bartoshuk 2000). A identificação desses grupos de indivíduos pode auxiliar a entender possíveis variações na percepção do gosto que tais indivíduos atribuem a recursos empregados para uso alimentício e medicinal.

Ao considerar que a percepção do gosto amargo é importante para reconhecer plantas de uso medicinal e saber se existem pessoas que geneticamente percebem o gosto amargo com uma sensação mais intensa, é possível afirmar que os *supertasters* podem ter correspondido, ao longo da evolução cultural de nossa espécie, aos xamãs ou grandes conhecedores de plantas medicinais e alimentícias em comunidades humanas. Do ponto de vista evolutivo, pessoas com alelos que conferem uma maior percepção do gosto amargo foram capazes de perceber e se aproximar das plantas que refletiam o *continuum* alimento-medicina e, a partir disso, participar ativamente na construção de tradições médicas, já que uma maior percepção do gosto amargo pode favorecer uma associação entre o gosto percebido no alimento e sua propriedade medicinal. Acreditamos que essa associação pode ser mais difícil de ocorrer em indivíduos que geneticamente percebem o gosto amargo com menor intensidade, uma vez que os alimentos tendem a ser percebidos como levemente amargos ou não amargos por essas pessoas. Assim, o conhecimento medicinal adquirido pela experimentação desses *supertasters* pode ter sido difundido para outros indivíduos por meio dos processos de transmissão cultural e aprendizagem social.

Bases culturais envolvidas no *continuum* alimento-medicina

As técnicas adotadas para processar os alimentos ao longo da evolução cultural também exerceram um papel importante na aproximação com plantas que refletiam o *continuum* alimento-medicina. Assim, as técnicas de processamento permitiram uma maior amplitude de recursos

na alimentação por diminuir a toxicidade das plantas, favorecendo a sua ingestão sem causar prejuízos ao organismo.

A cultura é importante na interação pessoas-ambiente pelo seu papel tanto na alteração de pressões seletivas do ambiente quanto nas mudanças dos padrões de dieta, que podem afetar também a saúde, gerando determinados tipos de doenças (Etkin 2006). Partindo de uma perspectiva químico-ecológica, acredita-se que os estágios culturais mais importantes na evolução da dieta humana foram o avanço tecnológico e a origem da agricultura (Johns 1990). Diferentes práticas foram desenvolvidas pelas populações de caçadores-coletores para que determinadas espécies fossem consideradas apropriadas para o consumo e essas técnicas são o resultado de práticas culturais desenvolvidas por essas populações.

Foi, por exemplo, a partir da utilização do fogo para cozer, do uso da geofagia, da fermentação e da secagem que alimentos considerados impalatáveis começaram a ser usados na alimentação. Dentre as substâncias presentes em determinadas plantas negligenciadas na alimentação humana, destacam-se as substâncias tóxicas, representadas por diferentes compostos secundários (Johns 1990). Vale ressaltar, também, que, para alguns grupos humanos, um alimento de sabor amargo tende a ser sinônimo de “alimento ruim” ou “*hard foods*”, ou seja, de alimentos impalatáveis (Johns 1990). Assim, o uso de técnicas para amenizar a toxicidade e os efeitos de determinados sabores pôde fazer com que alimentos antes considerados “*hard foods*” passassem a ser denominados “*soft foods*”, isto é, alimentos apropriados para o consumo humano (Johns 1990). Embora as aplicações das técnicas de desintoxicação supracitadas venham sendo ressaltadas como importantes para promover vantagens evolutivas à espécie humana, não podemos desconsiderar que esse processo pode afetar a quantidade de nutrientes, vitaminas e minerais presentes em determinado vegetal (Etkin 2006).

A geofagia, ou desintoxicação por argila, é um método importante de desintoxicação, principalmente quando são consumidas espécies que possuem alto teor de taninos e alcaloides. Essa técnica já foi muito utilizada em diversas regiões do mundo. Nos Andes, por exemplo, era frequentemente utilizada para a desintoxicação do organismo causada pelo consumo de batatas nativas (Johns 1990). Já a fermentação é uma técnica de desintoxicação

e transformação de alimentos, utilizada desde a antiguidade até os dias atuais. Ela continua a ser utilizada porque, dependendo do micro-organismo (bactéria ou fungo) usado nesse processo, pode ocorrer alteração não apenas do nível de toxicidade, mas também do sabor e da consistência do alimento. Esse processo é muito usado na fabricação de pães, molhos, bebidas lácteas e bebidas alcoólicas (Etkin 2006). Outro processo de desintoxicação importante é a secagem, que é empregada principalmente para a remoção de toxinas voláteis dos alimentos. Geralmente, esse método é usado em conjunto com outros métodos de desintoxicação para eliminar substâncias tóxicas não voláteis (Johns 1990).

Outro fator, advindo da adaptação cultural, que influenciou significativamente as concentrações de toxinas das plantas consumidas pelas populações espalhadas pelo mundo foi a domesticação (Etkin 2006). A domesticação consagrou-se como um aspecto essencial da agricultura, exercendo um importante papel para modificar ou amenizar os efeitos causados pela concentração de determinados aleloquímicos. No entanto, não devemos desconsiderar as desvantagens ligadas à domesticação, pois esse processo pode afetar a disponibilidade nutricional de determinados compostos presentes nos vegetais. Associada à origem da agricultura, a domesticação levou, por exemplo, a um aumento nos níveis de carboidratos densos existentes nos vegetais, o que proporcionou uma redução considerável de compostos secundários disponíveis em plantas domesticadas (Johns 1990). Esses compostos secundários, dependendo de suas concentrações, são essenciais para que uma espécie sobreviva sob condições ambientais adversas.

Considerações finais

Estudar a sobreposição entre os usos alimentício e medicinal oferece um campo importante para pesquisas etnobiológicas. A seguir, exemplificamos alguns pontos que podem ser interessantes para futuras investigações:

- plantas utilizadas na alimentação podem interferir na frequência com que determinadas doenças ocorrem em um grupo humano,

levando à diminuição de doenças metabólicas ou à prevenção de infecções, por exemplo. Assim, o consumo dessas plantas na alimentação pode diminuir a frequência de uso de recursos para tratar infecções a partir do sistema médico local. Isso significa que o sistema local envolvendo o uso de plantas para doenças infecciosas pode ser pouco entendido se negligenciarmos uma investigação sobre as plantas empregadas na dieta;

- os estudos envolvendo o *continuum* alimento-medicina oferecem importantes contribuições para a bioprospecção, uma vez que podem ampliar a escolha de plantas que apresentem compostos químicos potenciais farmacologicamente. Plantas utilizadas regularmente na alimentação, por exemplo, são percebidas pelas pessoas de um grupo como eficazes no tratamento de doenças específicas, podendo, inclusive, apresentar classes de compostos de interesse farmacológico (Johns *et al.* 1999; Parker *et al.* 2007). Muitas vezes, pesquisas que centram seu foco em plantas medicinais podem deixar de lado alguns recursos alimentícios que podem apresentar potencial médico.
- São necessários que estudos etnobiológicos de campo considerem mais seriamente a parte “central” do *continuum* entre alimento e medicina, a qual está frequentemente relacionada com as práticas domésticas manejadas por mulheres dentro das residências. Esses estudos deveriam usar métodos de pesquisa sofisticados, apropriados para elicitare dados que façam fronteiras entre o alimento e a antropologia médica.

Referências

- Ankli A, Sticher O, Heinrich. 1999. Yucatec Maya medicinal plants versus nonmedicinal plants: indigenous characterization and selection. *Human Ecology* 27:557-580.
- Akhillu E, Herrlin K, Gustafsson LL, Bertilsson L, Ingelman-Sundberg M. 2002. Evidence for environmental influence on CYP2D6-catalysed debrisoquine hydroxylation as demonstrated by phenotyping and genotyping of Ethiopians living in Ethiopia or in Sweden. *Pharmacogenetics* 12:375-383.

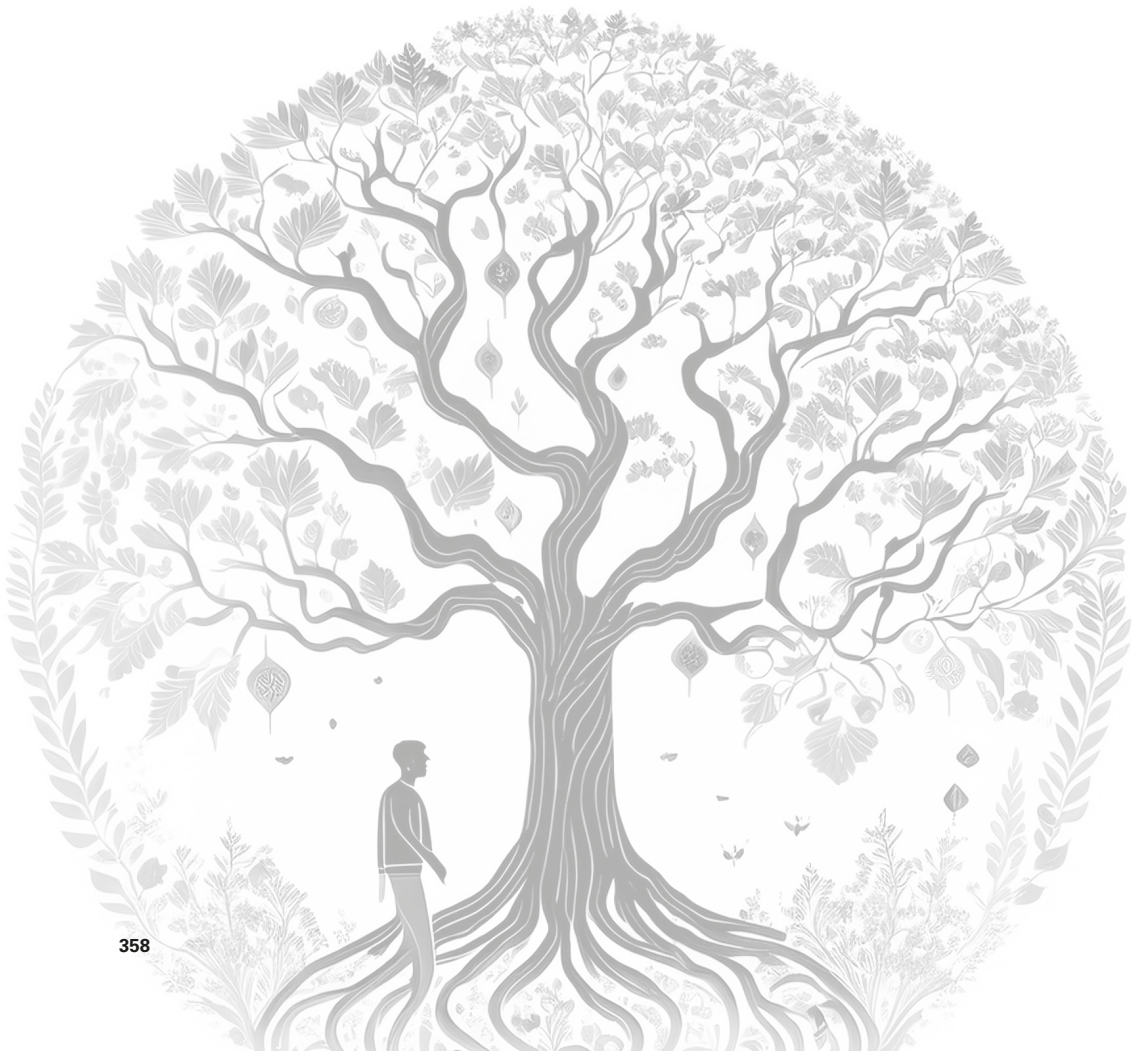
- Bartoshuk L. 2000. Comparing sensory experiences across individuals: recent psychophysical advances illuminate genetic variation in taste perception. *Chemical Senses* 25:447-460.
- Brett A. 1998. Medicinal plant selection criteria: The cultural interpretation of chemical senses. *Angewandte Botanik* 72:70-74.
- Brett A, Heinrich M. 1998. Culture, perception and the environment: The role of chemosensory perception. *Angewandte Botanik* 72:67-69.
- Brown P. 1987. Microparasites and macroparasites. *Cultural Anthropology* 2:155-171.
- Casagrande DG. 2000. Human taste and cognition in Tzeltal Maya medicinal plant use. *Journal of Ecological Anthropology* 4:57-69.
- Etkin N. 2006. *Edible Medicines: an Ethnopharmacology of Food*. Tucson, The University of Arizona Press.
- Etkin N, Ross J. 1982. Food as medicine and medicine as food. An adaptive framework for the interpretation of plant utilization among the Hausa of northern Nigeria. *Social Science & Medicine* 17: 1559-1573.
- Gottlieb O, Borin MRMB, Bosisio BM. 1995. Chemosystematic clues for the choice of medicinal and food plants in Amazonia. *Biotropica* 27:401-406
- Guo S, Reed D. 2001. The genetics of phenylthiocarbamide perception. *Annals of Human Biology* 28:111-142.
- Ingelman-Sundberg M. 2001. Pharmacogenetics: an opportunity for a safer and more eficiente pharmacotherapy. *Journal of Internal Medicine* 250:186-200.
- Ingelman-Sundberg M. 2005. Genetic polymorphisms of cytochrome P450 2D6 (CYP2D6): clinical consequences, evolutionary aspects and functional diversity. *The Pharmacogenomics Journal* 5:6-13.
- Jennings HM, Merrel L, Thompson JL, Heinrich M. 2015. Food or medicine? The food-medicine interface in households in Sylhet. *Journal of Ethnopharmacology* 167: 97-104.
- Jiang S, Quave CL. 2013. A comparison of traditional food and health strategies among Taiwanese and Chinese immigrants in Atlanta, Georgia, USA. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:61.
- Johns T. 1990. *The Origins of Human Diet and Medicine*. Tucson AZ, The University of Arizona Press.
- Johns T. 1999. The chemical ecology of human ingestive behaviors. *Annual Review of Anthropology* 28:27-50.
- Johns T, Mahunnah R, Sanaya P, Chapman L, Ticktin T. 1999. Saponins and phenolic content in plant dietary additives of a traditional subsistence community, the Batemi of Ngorongoro District, Tanzania. *Journal of Ethnopharmacology* 66:1-10.

- Leonti M, Sticher O, Heinrich M. 2002. Medicinal plants of the Popoluca, México: organoleptic properties indigenous selection criteria. *Journal of Ethnopharmacology* 81:307-315.
- Leonti M. 2012. The co-evolutionary perspective of the food-medicine continuum and wild gathered and cultivated vegetables. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59:1295-1302.
- Medeiros PM, Pinto BLS, Nascimento VT. 2015. Can organoleptic properties explain the differential use of medicinal plants? Evidence from Northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology* 159:43-48.
- Mennella A, Pepino Y, Reed D. 2005. Genetic and environmental determinants of bitter perception and sweet preferences. *Pediatrics* 115:e216.
- Mennella A, Spector A, Reed D, Coldwell SE. 2013. The bad taste of medicines: overview of basic research on bitter taste. *Clinical Therapeutics* 35:1225-1246.
- Moerman DE. 1996. An analysis of the food plants and drug plants of native North America. *Journal of Ethnopharmacology* 52:1-22.
- Nebert D, Dieter Z. 2000. The evolution of drug metabolism. *Pharmacology* 2000:124-135.
- Parker E, Chabot S, Ward B, Johns T. 2007. Traditional dietary additives of the Maasai are antiviral against the measles virus. *Journal of Ethnopharmacology* 114:146-152.
- Pieroni A, Quave CL. 2006. Functional foods or food medicines? On the consumption of wild plant among Albanians and Southern Italians in Lucania. In: Pieroni A, Price L (eds.) *Eating and healing: Traditional food as medicine*. New York, Haworth Press. p. 101-129.
- Pieroni A, Nebel S, Quave C, Münz H, Heinrich M. 2002. Ethnopharmacology of *liakra*: traditional weedy vegetables of the Arbëreshë of the Vulture area in southern Italy. *Journal of Ethnopharmacology* 81:165-185.
- Pieroni A, Price L. 2006. *Eating and healing: traditional food as medicine*. New York, Haworth Press.
- Pieroni A, Houlihan L, Ansari N, Hussain B, Aslam S. 2007. Medicinal perceptions of vegetables traditionally consumed by South-Asian migrants living in Bradford, Northern England. *Journal of Ethnopharmacology* 113:100-110.
- Quave CL, Pieroni A. 2015. A reservoir of ethnobotanical knowledge informs resilient food security and health strategies in the Balkans. *Nature Plants* 1: 14021.
- Wang H, Ding K, Zhang Y, Jin L, Kullo I, He F. 2007. Comparative and evolutionary pharmacogenetics of *ABCBI*: complex signatures of positive selection on coding and regulatory regions. *Pharmacogenetics and Genomics* 17:667-678.
- Wooding S, Kim U, Bamshad M, Larsen J, Jorde L.B., Drayna D. 2004. Natural selection and molecular evolution in PTC, a bitter-taste receptor gene. *The American Journal of Human Genetics* 74:637-646.

Uma perspectiva evolutiva sobre o uso de alucinógenos³⁰

Washington Soares Ferreira Júnior, Margarita Paloma Cruz, Fábio José
Vieira e Ulysses Paulino de Albuquerque

30 Este capítulo é uma versão modificada de um artigo já publicado da autoria de Ferreira Júnior *et al.* (2010).



Os alucinógenos têm sido usados por comunidades humanas desde os tempos antigos. Alguns registros do uso da planta *Sophora secundiflora* (Gomez-Ortega) Lag. ex DC., por exemplo, datando entre 8440 e 8129 a.C. foram encontrados no estado do Texas, no sul dos Estados Unidos (Furst 2004). As substâncias psicoativas são capazes de causar alucinações não somente visuais, mas também auditivas, táteis e gustativas (Schultes & Hofmann 1993). Devido a essas características, muitas vezes, acredita-se que tais plantas medeiem a comunicação com deuses ou espíritos (Schultes & Hofmann 1993; Rodrigues & Carlini 2005; De Feo 2004), sendo denominadas, portanto, “enteógenas”. Esse termo, criado por Gordon Wasson (Wasson *et al.* 1992), significa “Deus dentro de mim”, uma referência ao fato de que, quando essas substâncias são ingeridas, estabelecem uma conexão mais próxima entre a pessoa que as consome e os deuses. O termo enteógeno é, sem dúvida, mais apropriado quando queremos nos referir ao uso de drogas psicotrópicas no contexto religioso, xamânico ou espiritual.

O fato de que algumas plantas alucinógenas induzem certa condição de bem-estar pode ter favorecido a aprendizagem de seu uso por seres humanos (Johns 1990). Obviamente, como sugerido por Johns (1990), o contexto cultural medeia esse uso e essa importância em uma cultura. Diante disso, uma questão relevante para o entendimento da relação entre os seres humanos e os produtos químicos naturais é como a relação de uma cultura com essas substâncias se originou e se desenvolveu. Nesse sentido, a seguinte indagação pode ser de grande importância: existe um *continuum* alucinógeno-medicina semelhante ao *continuum* alimento-medicina já discutido neste livro?

Em um artigo intitulado “Mescaline Cactus Used in Folk Healing”, Dobkin de Rios (1968) relata o uso alucinógeno e medicinal do cacto de San Pedro (*Trichocereus pachanoi* Britton & Rose) em uma comunidade rural do Peru, sugerindo que as substâncias psicoativas são eficazes no tratamento de doenças. No entanto, o autor mostra que, embora o uso de plantas alucinógenas na cura de doenças tenha sido observado por vários autores, o emprego de tais plantas em contextos medicinais não tem sido adequadamente discutido. Além disso, o fato de haver uma sobreposição entre usos medicinais e alucinógenos pode indicar que os seres humanos

descobriram os usos alucinógenos a partir da seleção de plantas medicinais. Rodriguez *et al.* (1982), por exemplo, sugerem que a população local da Amazônia incorporou plantas em seus rituais que possuem propriedades antiparasitárias devido à presença de alcaloides nessas plantas. Evidências recentes reforçam a interpretação desses autores, como é o caso dos dados de Roulette *et al.* (2014), que suportam a hipótese de que o uso de tabaco pode proteger contra parasitas.

Neste capítulo, apresentamos algumas considerações para desenvolver a hipótese de que substâncias alucinógenas são eficazes no tratamento de doenças, o que, muitas vezes, não aparece claramente na literatura, e discutimos como essa hipótese pode fornecer ideias interessantes sobre a evolução humana no que concerne ao uso dessas substâncias. Em seguida, debatemos achados prévios sobre o tratamento de doenças utilizando alucinógenos, incluindo as diferentes ações de drogas psicoativas e outros elementos que podem interagir no tratamento de doenças. As referências a alucinógenos ora realizadas dizem respeito ao uso no contexto de comunidades tradicionais ou locais, e não como drogas recreativas.

Usos alucinógenos e medicinais

O uso de substâncias alucinógenas como medicamentos tem sido reconhecido nos sistemas médicos locais, mas pouco estudado no meio acadêmico. Muitos estudos combinam as propriedades medicinais e alucinógenas das plantas na mesma categoria, reconhecendo os alucinógenos como uma característica secundária de algumas espécies usadas na medicina tradicional (ver Schultes 1938; Rodriguez *et al.* 1982). Weiner (1971), por exemplo, trabalhando em uma comunidade rural em Tonga (um país localizado a leste da Austrália), discutiu a estranha ausência de plantas alucinógenas na medicina tradicional, o que mostra uma estreita relação entre os usos alucinógenos e medicinais para esse autor.

Acreditamos que essa forte relação entre alucinógenos e usos medicinais pode ser oriunda da experimentação com plantas medicinais, tendo levado ao desenvolvimento de uma cultura de alucinógenos tradicionais. Muitos autores têm compartilhado essa ideia (Weil 1965; Rodriguez *et al.*

1982; Etkin 1988; Brussell 2004), propondo que os efeitos alucinógenos das plantas foram descobertos, após suas aplicações médicas, quando os usuários ingeriram doses mais altas do que o recomendado. Esse parece ter sido, de acordo com um artigo de Weil (1965), o caso da noz-moscada. Rodriguez *et al.* (1982), por sua vez, sugerem que muitas plantas alucinógenas foram inicialmente utilizadas para o tratamento de doenças devido às suas propriedades antiparasitárias. O fato de muitas culturas em todo o mundo terem desenvolvido sistemas inteiros de crenças e práticas em torno de plantas alucinógenas pode sugerir a existência de um componente adaptativo em tais práticas.

Diante dessas evidências, parece haver uma ideia entre os pesquisadores de que essas substâncias podem alterar a mente não apenas por seus efeitos alucinógenos, mas também por seus resultados medicinais (Randolph 1905). Contudo, devemos separar as duas perspectivas que emergem das obras desses autores: a cura pode ser interpretada da perspectiva do pesquisador (o modelo biomédico) ou da perspectiva da cultura estudada. Quando um investigador testemunha um ritual xamânico que inclui a ingestão de uma substância psicoativa e registra um testemunho de que ela curou o paciente, por exemplo, devemos distinguir se a cura foi alcançada em nível fisiológico ou na esfera de “doenças culturais”, que são aquelas relacionadas à cosmovisão e às crenças de determinado povo.

Determinar o momento em que as plantas medicinais também foram consideradas alucinógenas por certas comunidades não é uma tarefa fácil, porque o conceito de doença para as culturas tradicionais, muitas vezes, difere do que a “doença” significa para pessoas ocidentalizadas ou modernas (Hurrell 1991; Herndon 2009). Esse assunto tem sido extensivamente estudado por diversos autores (Coelho 1976; Monod 1970; Rodriguez *et al.* 1982; Fackelmann 1993; Menéndez 1994; Agosta 1997; Shepard Jr. 2002; De Feo 2004; Toledo 2006; Bourbonnais-Spear *et al.* 2007), que, em sua maioria, indicam que, além de reconhecer o que poderíamos chamar de doenças fisiológicas (doenças que seriam aceitas pela ciência médica moderna), muitas comunidades tradicionais também reconhecem doenças causadas por agentes sobrenaturais (para exemplo, ver Garro 2000).

Schultes & Hofmann (1993) argumentam que as culturas não industrializadas não diferenciam causas fisiológicas de causas sobrenaturais da doença. Em vez disso, a doença é o resultado da “interferência com o mundo espiritual”. Portanto, o melhor remédio para tratar doenças seria o enteógeno, que permite o contato com o mundo espiritual, onde uma cura eficaz para a doença pode ser identificada. Esse processo complexo é difícil de ser explicado sem estudos de caso sistemáticos e específicos, já que uma planta alucinógena pode ter propriedades medicinais que tratam algumas (mas não todas) enfermidades físicas. Se um ritual de cura particular usa sempre as mesmas plantas para tratar um complexo que consiste em várias doenças, então seria razoável supor que a cura não opera em nível físico, mas, sim, em nível “sobrenatural”, de acordo com a cosmovisão da cultura. Assim, considerar que a causa de uma doença é sobrenatural ou não está no âmbito fisiológico, tipicamente, significa que a cura também não é “convencional” e que não se encaixa nos tipos de tratamentos reconhecidos pela ciência médica moderna.

Agosta (1997), em uma revisão de compostos de plantas utilizados como medicamentos, observa que, em comunidades tradicionais, acredita-se muitas vezes que as doenças são causadas por espíritos malignos. Portanto, os curandeiros devem administrar drogas psicotrópicas e usar sua influência para comunicar-se com o mundo espiritual e alcançar a cura do paciente. De acordo com Schultes (1979), curandeiros e xamãs tomam alucinógenos (neste caso, enteógenos) para fazer contato com divindades por meio de visões ou sonhos – essas visões fornecem conhecimento sobre a doença que aflige o paciente e revelam aos curandeiros o tratamento adequado para a condição (ver também Rodrigues & Carlini 2005; De Feo 2004). Nesse caso, o enteógeno torna-se um veículo que permite ao curador explorar aspectos da doença e tratar o paciente, tendo um efeito indireto porque é ingerido pelo curador, e não pelo paciente.

Em outras situações, o tratamento é indireto não porque os alucinógenos permitem contato com os deuses para determinar a cura para a doença, mas porque os curandeiros podem usar alucinógenos para enfrentar e combater uma doença por intermédio de batalhas simbólicas com a causa da doença (Rivier & Lindgren 1972). No caso apresentado por Dobkin de Rios (1968), o cacto de San Pedro é usado para curar doenças indiretamente

via um tratamento ritual no qual o curador bebe o enteógeno e recebe informações sobre a causa da doença. No entanto, Dobkin de Rios explica, em sua descrição do ritual, que tanto o paciente quanto o curador bebem a infusão do cacto de San Pedro, um ato que leva a alucinações e vômitos no paciente que ingeriu a substância. Dobkin de Rios (1968) e Rodriguez *et al.* (1982) sugerem que essa ação pode ter um efeito curativo.

Esse exemplo mostra que, por vezes, o tratamento pode produzir um contato indireto entre as divindades e o curador que ingere a bebida, além de um efeito direto sobre o paciente que também ingere a bebida. Um relato semelhante sobre o cigarro alucinógeno tira-capeta, usado em rituais de cura em comunidades quilombolas no Brasil, pode ser encontrado em Rodrigues *et al.* (2008). Segundo os autores, o cigarro é usado tanto pelo curador quanto pelo paciente e pode exercer um efeito direto sobre este último no tratamento da doença. A questão-chave nesses exemplos é que o ato de vomitar ou fumar pode ser mais um efeito simbólico do que um efeito estritamente fisiológico na luta contra uma doença específica.

No entanto, consideramos essas ações como um tratamento direto, porque o paciente entrou em contato direto com a substância alucinógena, que poderia ter desempenhado um papel na cura da doença. A cura por meio do tratamento direto está de acordo com os conceitos biomédicos ocidentais. Ou seja, o paciente toma o alucinógeno, que tem um ou mais compostos bioativos com propriedades medicinais. Além disso, o veículo utilizado (por exemplo, pó, bebida ou cigarro) e a forma pela qual a substância é consumida contribuem para o efeito do princípio ativo no corpo.

Tais exemplos indicam que os alucinógenos podem desempenhar um papel direto e indireto na cura de doenças, ao mesmo tempo que facilitam a comunicação com divindades, permitindo que os curandeiros descubram as origens das doenças ou combatam simbolicamente as doenças. Em contraste com os tipos de tratamentos já observados, Schultes & Hofmann (1993) discutem um ritual em que apenas o paciente bebe uma substância alucinógena, enquanto que o xamã observa os comportamentos e as respostas à bebida e diagnostica as doenças do paciente. Esse exemplo apresenta um terceiro tipo de tratamento de doença envolvendo alucinógenos, mas não sugere quaisquer propriedades medicinais. Assim, pode haver um efeito placebo cultural – expectativas culturais

particulares fazem com que um membro da cultura obtenha o efeito desejado mesmo sem elementos farmacológicos. Albuquerque & Chiappeta (1994), por exemplo, descrevem um ritual com a planta jurema (*Mimosa tenuiflora* (L.) Poir.) em que uma pessoa consumia a bebida oferecida, mas não tinha as mesmas reações que outras pessoas que também haviam consumido a bebida (ver também Souza *et al.* 2008).

Além das situações apresentadas, há outros casos, como os documentados por Dobkin de Rios (1968), Rivier & Lindgren (1972) e Albuquerque & Chiappeta (1994), nos quais tanto o curandeiro quanto o paciente (e até mesmo outras pessoas no ritual) usaram a planta. Além de outros fatores, a combinação de vários elementos do ritual (músicas e danças, por exemplo) pode causar um sinergismo que leva à “cura” do paciente.

Alguns autores sugerem que a cura nos rituais é realizada por meio de uma combinação de plantas com propriedades enteogênicas, canções e orações (Monod 1970, Bourbonnais-Spear *et al.* 2007). Essa ideia é corroborada pelo estudo de Albuquerque & Andrade (2005) sobre cultos afro-brasileiros. Eles argumentam que, para que os remédios sejam completos, sua administração deve ser acompanhada de um encantamento para facilitar o processo de cura. Assim, é preciso considerar o conjunto completo de elementos rituais que criam uma atmosfera contagiosa entre os participantes, levando a estados emocionais que podem produzir estados de transe (Camargo 1998).

Um dos elementos mais marcantes nesses rituais é a música, que pode consistir em assobios ou canções mágicas que acompanham todo o ritual. Katz & Dobkin de Rios (1971) forneceram uma contribuição importante à área ao analisarem o papel do assobio nos rituais de cura da ayahuasca dos nativos amazônicos peruanos e concluírem que a ingestão de plantas alucinógenas e os assobios produzidos pelos curandeiros durante o período de intoxicação foram o método para invocar as forças da natureza e os espíritos guardiões. Dobkin de Rios & Katz (1975) elaboraram posteriormente suas descobertas e estabeleceram uma ligação entre a musicalidade, os ritos religiosos e a cura. Eles questionaram a importância da música em cerimônias com plantas alucinógenas nas sociedades ocidentais, descobrindo que diferentes tipos de música podem evocar estados de ânimo particulares e regular, assim, o efeito alucinógeno do fármaco

administrado. Monod (1970), por sua vez, ao estudar os índios Piaroa na América do Sul, defendeu que as canções cantadas durante os rituais tinham efeitos curativos e preventivos. Outros autores corroboraram a afirmação de que a música é essencial para a divinação ritual de diagnósticos e cura: mentalmente, o canto rítmico com uma batida de tambor parece apoiar o fluxo de visões e minimizar o medo (ver Albuquerque & Chiappeta 1994). Metzner (1998) relatou que a psicoterapia ocidental e os sistemas de cura de povos indígenas xamânicos usam plantas ou drogas psicoativas para curar ou obter conhecimento e que esses objetos são invariavelmente essenciais para o sucesso da cura.

Se nosso objetivo é investigar se os alucinógenos são eficazes no tratamento de doenças, então devemos considerar as visões distintas de doença apresentadas pelos grupos humanos e pela biomedicina, bem como as diferentes formas de tratamento com alucinógenos (direta ou indireta). Neste texto, no entanto, adotamos uma abordagem baseada no modelo biomédico para avaliar a eficácia de aplicações tanto medicinais quanto alucinógenas, com foco no tratamento direto.

Como evidência fraca para o tratamento direto, alguns estudos isolaram e identificaram substâncias com propriedades alucinógenas e medicinais na mesma planta, o que corrobora a ideia de que as plantas com propriedades alucinógenas também têm propriedades medicinais. Entretanto, devemos discernir se essas substâncias podem tratar ativamente doenças específicas. Mackie *et al.* (1955), por exemplo, mostram a eficácia da substância tujona, um composto de óleos essenciais presente em várias plantas, como anti-helmíntico. Albert-Puleo (1978) também relata que essa substância é um alucinógeno, demonstrando que uma substância pode, de fato, ter ambas as propriedades – alucinógenas e medicinais.

A tabela 1, a seguir, apresenta espécies de plantas e fungos com compostos que contêm propriedades alucinógenas e/ou medicinais farmacológicas. Como mostrado na tabela, há substâncias com propriedades alucinógenas, mas sem propriedades medicinais comprovadas, como, por exemplo, o muscimol e o ácido ibotênico na espécie *Amanita muscaria*. No entanto, já se provou que outras substâncias têm propriedades medicinais e alucinógenas, evidência que, de fato, parece indicar que o

consumo inicial de uma planta para fins medicinais pode levar à descoberta do seu uso como alucinógeno.

Tabela 1. Lista de espécies com utilizações alucinógenas registradas e suas substâncias com propriedades alucinógenas e/ou medicinais comprovadas em estudos farmacológicos.

Espécie	Substâncias	Propriedades	Referências
<i>Amanita muscaria</i> (L. Fr.) Lam.	Muscimol	Alucinógena	Perry & Perry (1995); Satora <i>et al.</i> (2005)
	Ácido ibotênico	Alucinógena	Satora <i>et al.</i> (2005)
<i>Atropa belladonna</i> L.	Atropina	Medicinal e alucinógena	Rates (2001); Schultes & Hofmann (1993)
	Hiosciamina; escopolamina	Alucinógena	van Dongen & Groot (1995); Schultes & Hofmann (1993)
<i>Brugmansia arborea</i> (L.) Lagerh.	Alcaloides tropânicos (atropina e escopolamina)	Alucinógena	van der Donck <i>et al.</i> (2004)
<i>Cannabis sativa</i> L.	Canabinoides (“araquidonoiletanolamida”; “2-araquidonilglicerol”); Ácidos graxos bioativos (“palmitoiletanolamida” e “oleamida”)	Medicinal	Petrocellis <i>et al.</i> (2000)
	Canabinóides (“4-acetoxi-2-geranilo-5-hidroxila-3-n-pentilfenol”; “8-hydroxycannabinol” e “5-acetyl-4-hydroxycannabigerol”)	Medicinal	Radwan <i>et al.</i> (2009)
	Canabinoides (Cannabicromano)	Medicinal	Ahmed <i>et al.</i> (2008)
	Canabinoides	Medicinal	Velasco <i>et al.</i> (2004); Beaulieu & Rice (2002)

Espécie	Substâncias	Propriedades	Referências
		Medicinal e alucinógena	Ashton (2001); Honório <i>et al.</i> (2006); Bonfá <i>et al.</i> (2008); Ameri (1999)
<i>Claviceps purpurea</i> (Fr.) Tul.	Alcaloides do Ergot (ergotamina e ergometrina)	Medicinal	Komarova & Tolkachev (2001); Lorenz <i>et al.</i> (2009)
	Alcaloides do Ergot (ergolinas)	Medicinal e alucinógena	Eadie (2003)
	Alcaloides do Ergot (ergotamina)	Medicinal e alucinógena	van Dongen & Groot (1995)
<i>Datura</i> spp.	Alcaloides tropânicos (atropina e escopolamina)	Alucinógena	Perry & Perry (1995)
<i>Datura stramonium</i> L.	Atropina	Medicinal	Irambakhsh <i>et al.</i> (2010)
	Atropina	Medicinal e alucinógena	Rates (2001)
<i>Digitalis</i> spp.	Digoxina	Medicinal	Rates (2001)
<i>Nicotiana</i> sp.	Harmina	Alucinógena	Davis <i>et al.</i> (1969).
<i>Papaver somniferum</i> L.	Codeína	Medicinal	Rates (2001)
<i>Psilocybe</i> spp.	Psilocibina e psilocina	Alucinógena	Schultes (1998); Huhn <i>et al.</i> (2005)
<i>Salvia divinorum</i> Epling & Játiva	Salvinorina A	Medicinal e alucinógena	Capasso <i>et al.</i> (2006)
<i>Tabernanthe iboga</i> Baill.	Ibogaina	Alucinógena	Kubiliené <i>et al.</i> (2008); Shepard (1994)
	Ibogaina	Medicinal e alucinógena	Popik & Wróbel (2001)
<i>Trichocereus pachanoi</i> Britton & Rose	Mescalina	Alucinógena	La Barre (1979)
<i>Trichocereus williamsii</i> (Lem. Ex Salm-Dyck) Coult.	Mescalina	Alucinógena	La Barre (1979)

Importância adaptativa do uso de alucinógenos

Com base nas evidências apresentadas, é provável que o uso de alucinógenos, especialmente em contextos rituais, tenha surgido da seleção de plantas medicinais ou alimentares por seres humanos. Um cenário possível é que as plantas testadas inicialmente (para medicina) levaram os seres humanos a encontrar os produtos químicos naturais que causam estados alterados de consciência, a que diferentes culturas atribuíram significados diferentes. Muito provavelmente, a mesma planta pode ser usada para agir como um medicamento e um alucinógeno (a partir de uma perspectiva biomédica) ou, então, ser empregada com foco exclusivo em suas propriedades alucinógenas. Nesse sentido, podemos considerar que o uso de alucinógenos é um subproduto da busca ativa humana de produtos químicos vegetais, já que culturas que atribuem um significado às experiências positivas proporcionadas pelo uso de alucinógenos podem ter iniciado, após as descobertas acidentais, uma busca ativa de tais produtos.

Em muitas culturas, os alucinógenos naturais são relatados como detentores de uma propriedade pela qual os olhos do “experimentador” (xamãs, em algumas culturas) são abertos a um mundo espiritual. A experiência alucinógena permite o acesso a esse mundo porque reúne conhecimento e poder. Muitos curandeiros e xamãs afirmam, assim, que têm acesso a diferentes tipos de conhecimento porque foram ensinados pelas plantas que usaram. Essas plantas são chamadas por muitas sociedades amazônicas de “plantas com a mãe” (ver Luna 1984; Jauregui *et al.* 2011), mas não são necessariamente psicotrópicas. Tais plantas são utilizadas para orientar os processos de iniciação e transmissão do conhecimento tradicional, como observado por Jauregui *et al.* (2011:747) para a ayahuasca (um psicotrópico sul-americano):

“(...) visões são uma expressão da viagem dos iniciados ao seu mundo interior e ao mundo espiritual, onde podem aparecer diferentes cenas e entidades espirituais, dependendo da marca religiosa, cultural e social do iniciado. No caso dos grupos étnicos da Amazônia, toda a estrutura da sua cosmovisão é expressa. Portanto, é comum entre os povos indígenas ter visões de serpentes, jaguares, golfinhos do rio Amazonas e águias”.

Diferentes registros etnográficos e não científicos (baseados em relatos de experiências individuais) ilustram o papel do consumo de alucinógenos como uma estratégia de aprendizagem para iniciantes que serve não apenas para a transmissão do conhecimento de rituais tradicionais e práticas médicas, mas também para a aprendizagem de outras questões, incluindo a identificação de plantas e animais no ambiente local (ver Lamb 1993). Nesses relatos, a experiência alucinógena do iniciante, guiada por um curandeiro ou xamã, atua como uma estratégia de aprendizado-chave (Albuquerque 2001). Nesses casos, as plantas psicoativas podem desempenhar um papel importante na adaptação dos grupos humanos em seus respectivos ambientes. Chamamos essa hipótese de “hipótese psicotrópica da adaptação” (Albuquerque 2001). Se, de fato, os alucinógenos das plantas desempenham um papel importante na adaptação humana (melhorando a aprendizagem e a transmissão do conhecimento), então, no mínimo, precisamos de evidências farmacológicas para apoiar essa afirmação. No entanto, estudos experimentais usando ratos sob efeito de psilocina (de cogumelos alucinógenos) e salvinorina A (de *Salvia divinorum*) encontraram efeitos deletérios na aprendizagem e na aquisição de memória (Braidá *et al.* 2011; Rambousek *et al.* 2014). Outras investigações com diferentes modelos animais e substâncias (para exemplos, ver Molinengo *et al.* 1986 e Koupilova *et al.* 1989), incluindo seres humanos em um estudo duplo-cego controlado (MacLean *et al.* 2013), reforçam essas descobertas. Tais achados podem sugerir que o uso de alucinógenos por grupos humanos tradicionais não tem um caráter adaptativo, particularmente afetando os processos de aprendizagem. No entanto, precisamos de mais evidências para verificar o papel adaptativo do uso de alucinógenos na história evolutiva humana.

Assim como discutido acerca da evidência da coevolução entre seres humanos e produtos químicos vegetais usados como alimento e medicina em outros capítulos deste livro, também podemos assumir a existência de um longo processo coevolutivo com psicotrópicos. Sullivan *et al.* (2002) sugerem que essa história coevolucionária pode ter sido motivada pela escassez de alimentos de alta qualidade no ambiente ancestral, levando os hominídeos a consumirem recursos com esses aleloquímicos por motivos energéticos. Obviamente, tanto o encontro acidental com essas plantas

em busca de substâncias medicinais quanto a necessidade energética em situações de fome podem ter levado a esse cenário. Particularmente, acreditamos que a falta ou completa escassez de alimentos de alta qualidade pode ter resultado no consumo de psicotrópicos, seja acidentalmente ou intencionalmente. Muitas culturas modernas, por exemplo, têm um conjunto de alimentos que são basicamente consumidos apenas em tempos de escassez, chamados alimentos de fome ou alimentos de emergência, que consistem, tipicamente, em plantas altamente tóxicas que devem passar por processos de desintoxicação para serem consumidos. Sugerimos, assim, que esses cenários em ambientes ancestrais possam ter colocado os homínidos em contato com tais substâncias enquanto alimentos de fome.

Evidências químico-ecológicas, como a presença de adaptações em mamíferos para se defenderem de produtos químicos de plantas, reforçam essa interpretação. Talvez a adaptação mais notável seja a evolução das enzimas hepáticas (citocromo P450) que metabolizam muitos produtos químicos vegetais, indicando claramente que os seres humanos foram expostos a toxinas vegetais ao longo de sua evolução (Sullivan *et al.* 2002; 2008). Há um grande polimorfismo nos genes que codificam as enzimas do citocromo P450 (denominados genes CYP), e sua frequência varia em diferentes populações, o que indica que a habilidade de diferentes indivíduos para metabolizar xenobióticos varia entre essas populações (Sullivan *et al.* 2002; 2008). Considerando que o efeito deletério na aprendizagem e na aquisição de memória depende da dose de alucinógeno, como observado para salvinorina A (MacLean *et al.* 2013) e psilocina (Rambousek *et al.* 2014), alguns indivíduos podem ingerir um alucinógeno e testemunhar o efeito desejado sem necessariamente ter um efeito deletério na memória. Ao apresentar múltiplas cópias dos genes CYP, alguns indivíduos podem ter uma taxa metabólica elevada para o composto alucinógeno, podendo experimentar alucinações porque alguma quantidade do composto não é metabolizada, quantidade essa que não é suficiente, entretanto, para gerar um efeito deletério na memória. No entanto, essa ideia necessita de uma verificação empírica, como pode ser o caso de outros estudos sobre populações humanas que tenham sido submetidos à seleção positiva para genes CYP e simultaneamente interajam com enteógenos como parte de sua cultura.

Considerações finais

De acordo com as discussões levantadas neste capítulo, podemos tecer as seguintes conclusões:

1. existe uma associação entre a utilização de substâncias alucinógenas e medicamentosas. Essa associação está relacionada com as propriedades de tais substâncias, que podem ser alucinógenas ou médicas, dependendo da dosagem. Contudo, não foi encontrado nenhum estudo sistemático ligando dados etnográficos com usos farmacológicos. Diante disso, podemos questionar se as substâncias alucinógenas foram, por exemplo, usadas farmacologicamente em uma atividade ritual de cura para todas as doenças;

2. para discutir os possíveis papéis do uso adaptativo de alucinógenos, apresentamos estudos que avaliam o efeito de alucinógenos sobre a aprendizagem e a memória. Observamos, entretanto, que muitos desses estudos utilizam substâncias isoladas. Dessa forma, um estudo interessante poderia avaliar como as preparações alucinógenas tradicionais, e não simplesmente um alucinógeno isolado, podem afetar o aprendizado e a memória;

3. quando as substâncias têm propriedades diferentes dependendo da dose, os pesquisadores tendem a supor que os efeitos medicinais foram descobertos antes dos efeitos alucinógenos. Essa ideia tem sido sugerida por diferentes estudos, mas, até onde sabemos, não foi pesquisada e testada. Assim, há uma tendência entre os pesquisadores de considerar os efeitos alucinógenos como secundários aos efeitos médicos;

4. os diferentes tratamentos de doenças utilizando alucinógenos podem ser agrupados em três tipos. No tratamento indireto, apenas o curador usa o alucinógeno e estabelece contato com divindades, descobrindo as causas da doença para diagnosticar e/ou obter tratamento para o paciente. No segundo tipo, tratamento direto, o paciente usa o alucinógeno, que pode ter ingredientes ativos com as propriedades desejadas, tendo um efeito direto na cura da doença. No terceiro tipo, o paciente usa o alucinógeno, mas este não possui compostos ativos para o tratamento da doença em questão. Assim, a cura pode ser considerada um caso de “placebo cultural”;

5. além dos alucinógenos, outros elementos presentes nos rituais desempenham um papel importante no processo de cura. As substâncias alucinógenas podem ter a capacidade de influenciar os tipos de visões experimentadas. Há evidências do efeito positivo de alucinógenos de plantas sobre a atitude, o humor e o comportamento em seres humanos. Doblin (1991: 23), discutindo o famoso “Experimento da Sexta-Feira Santa” conduzido com psilocibina, afirma que “drogas psicodélicas podem ajudar a facilitar experiências místicas quando usadas por pessoas religiosamente inclinadas em um ambiente religioso”. Estudos recentes têm encontrado conclusões semelhantes (Griffiths *et al.* 2006; 2011).

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pelo financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq - Proc. 471989/2012-6).

Referências

- Agosta WC. 1997. Medicines and Drugs from Plants. *Journal of Chemical Education* 74:857-860.
- Ahmed SA, Ross SA, Slade D, Radwan MM, Khan IA, ElSohy MA. 2008. Structure determination and absolute configuration of cannabichromanone derivatives from high potency *Cannabis sativa*. *Tetrahedron Letters* 49: 6050-6053.
- Albert-Puleo M. 1978. Mythobotany, pharmacology, and chemistry of Thujone-containing plants and derivates. *Economic Botany* 32:65-74.
- Albuquerque UP, Andrade LHC. 2005. As plantas na medicina e na magia dos cultos afro-brasileiros. In: Albuquerque UP, Almeida CFCBR, Marins JFA. (eds.) *Tópicos em conservação, etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais e mágicas*. Recife, NUPEEA. p. 51-75.
- Albuquerque UP, Chiappeta AA. 1994. O uso de plantas e a concepção de doença nos cultos Afro-Brasileiros. *Ciência & Trópico* 22:197-210.
- Albuquerque, UP. 2001. The Use of Medicinal Plants by the Cultural Descendants of African People in Brazil. *Acta Farmacéutica Bonaerense* 20:139-44.
- Ameri A. 1999. The effects of cannabinoids on the brain. *Progress in Neurobiology* 58:315-348.

- Ashton CH. 2001. Pharmacology and effects of cannabis: A brief review. *British Journal of Psychiatry* 178:101-106.
- Beaulieu P, Rice ASC. 2002. Pharmacologie des dérivés cannabinoïdes: Applications au traitement de la douleur? *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 21:493-508.
- Bonfá L, Vinagre RCO, Figueiredo NV. 2008. Uso de canabinóides na dor crônica e em cuidados paliativos. *Revista Brasileira de Anestesiologia* 58:267-279.
- Bourbonnais-Spear N, Awad R, Merali Z, Maquin P, Cal V, Arnason JT. 2007. Ethnopharmacological investigation of plants used to treat susto, a folk illness. *Journal of Ethnopharmacology* 109:380-387.
- Braida D, Donzelli A, Martucci R, Capurro V, Sala M. 2011. Learning and Memory Impairment Induced by Salvinorin A, the Principal Ingredient of *Salvia divinorum*, in Wistar Rats. *International Journal of Toxicology* 30: 650-661.
- Brussell DE. 2004. Medicinal plants of Mt. Pelion, Greece. *Economic Botany* 58:202-204.
- Camargo MTLA. 1998. Plantas medicinais e de rituais afro-brasileiros II: estudo etnofarmacológicos. São Paulo, Editora Ícone.
- Capasso R, Borrelli F, Capasso F, Siebert DJ, Stewart DJ, Zjawiony JK, Izzo AA. 2006. The hallucinogenic herb *Salvia divinorum* and its active ingredient salvinorin A inhibit enteric cholinergic transmission in the guinea-pig ileum. *Journal of Neurogastroenterology and Motility* 18:69-75.
- Coelho VP. 1976. Os alucinógenos e o mundo simbólico: o uso dos alucinógenos entre os índios da América do Sul. São Paulo, EPU.
- Davis EA, Paseman JF, Janiger SO, Demerescu M. 1969. Effects of Harmine on the Cat's visual system. *The Anatomical Record* 163:175.
- De Feo V. 2004. The ritual use of *Brugmansia* species in traditional Andean medicine in northern Peru. *Economic Botany* 58:S221-S229.
- Dobkin de Rios M. 1968. Mescaline cactus used in folk healing. *Economic Botany* 22:191-194.
- Dobkin de Rios M, Katz F. 1975. Some Relationships between Music and Hallucinogenic Ritual: The "JUNGLE Gym" in Consciousness. *Ethos* 3:64-76.
- Doblin R. 1991. Pahnke's "Good Friday Experiment": a long-term follow-up and methodological critique. *Transational Psychiatry* 23: 1-28.
- Eadie, MJ. 2003. Convulsive ergotism: Epidemics of the serotonin syndrome? *Lancet Neurology* 2:429-434.
- Etkin NL. 1988. Ethnopharmacology: Biobehavioral approaches in the anthropological study of indigenous medicines. *Annual Review of Anthropology* 17:23-42.
- Fackelmann KA. 1993. Food, drug, or poison? Cultivating a taste for 'toxic' plants. *Science News* 143:312-314.

- Ferreira Júnior WS, Cruz MP, Vieira FJ, Albuquerque UP. 2010. Are hallucinogenic plants efficacious in curing diseases? *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales* 9:292-301.
- Furst PT. 2004. Visionary Plants and Ecstatic Shamanism. *Expedition* 46:26-29.
- Garro LC. 2000. Cultural Meaning, Explanations of Illness, and the Development of Comparative Frameworks. *Ethnology* 39:305-334.
- Griffiths RR, Richards WA, McCann U, Jesse R. 2006. Psilocybin can occasion mystical-type experiences having substantial and sustained personal meaning and spiritual significance. *Psychopharmacology* 187: 268-283.
- Griffiths RR, Matthew WJ, Richards WA, Richards BD, McCann U, Jesse R. 2011. Psilocybin occasioned mystical-type experiences: immediate and persisting dose-related effects. *Psychopharmacology* 218: 649-665.
- Herndon CN, Uiterloo M, Uremaru A, Plotkin MJ, Emanuels-Smith G, Jitan J. 2009. Disease concepts and treatment by tribal healers of an Amazonia forest culture. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5:27.
- Honório KM, Arroio A, Silva ABF. 2006. Aspectos terapêuticos de compostos da planta *Cannabis sativa*. *Química Nova* 29:318-325.
- Huhn C, Pütz M, Martin N, Dahlenburgh R, Pyell U. 2005. Determination of tryptamine derivatives in illicit synthetic drugs by capillary electrophoresis and ultraviolet laser-induced fluorescence detection. *Electrophoresis* 26: 2391-2401.
- Hurrell JA. 1991. Etnomedicina: Enfermedad y adaptacion en Iruya y Santa Victoria (Salta, Argentina). *Revista del Museo de La Plata* 9:109-124.
- Irambakhsh A, Ebadi M, Bayat M. 2010. The inhibitory effects of plant methanolic extract of *Datura stramonium* L. and leaf explant callus against Bacteria and Fungi. *Global Veterinaria* 4:149-155.
- Jauregui X, Clavo ZM, Jovel EM, Pardo-de-Santayana M. 2011. "Plantas con madre": Plants that teach and guide in the shamanic initiation process in the East-Central Peruvian Amazon. *Journal of Ethnopharmacology* 134:739-752.
- Johns T. 1990. *The Origins of Human Diet and Medicine*. Tucson AZ, The University of Arizona Press.
- Katz F, Dobkin de Rios M. 1971. Hallucinogenic music: An analysis of the role of whistling in peruvian ayahuasca healing. *Journal of American Folklore* 84:320-327.
- Komarova EL, Tolkachev ON. 2001. The chemistry of peptide ergot alkaloids. Part I. Classification and chemistry of ergot peptides. *Pharmaceutical Chemistry Journal* 35:37-45.
- Koupilova M, Herink J, Hrdina V. 1989. The effect of local mescaline application on learning and memory in rats. *Physiologia Bohemoslovenica* 38:497-502.
- Kubilienė A, Marksienė R, Kazlauskas S, Sadauskienė I, Razukas A, Ivanov L. 2008. Acute toxicity of ibogaine and noribogaine. *Medicina (Kaunas)* 44:984-988.

- La Barre W. 1979. Peyotl and mescaline. *Journal of Psychedelic Drugs* 11:33-39.
- Lamb FB. 1993. *Wizard of the Upper Amazon*. Berkeley, North Atlantic Books.
- Lorenz N, Haarmann T, Pazoutová S, Jung M, Tudzynski. 2009. The ergot alkaloid gene cluster: Functional analyses and evolutionary aspects. *Phytochemistry* 70:1822-1832.
- Luna LE. 1984. The concept of plants as teachers among four mestizo Shamans of iquitos, northeastern Peru. *Journal of Ethnopharmacology* 11:135-156.
- Mackie A, Marjorie Stewart, G, Cutler AA, Misra AL. 1955. In vitro tests of chemical compounds on *Ascaris lumbricoides* and *Fasciola hepatica*. *British Journal Pharmacology* 10:7-11.
- MacLean KA, Johnson MW, Reissig CJ, Prisinzano TE, Griffiths RR. 2013. Dose-related effects of salvinorin A in humans: dissociative, hallucinogenic, and memory effects. *Psychopharmacology* 226:381-92.
- Menéndez E. 1994. La enfermedad y la curación. ¿Qué es medicina tradicional? *Alteridades* 4:71-83.
- Metzner R. 1998. Hallucinogenic Drugs and Plants in Psychotherapy and Shamanism. *Journa of Psychoactive Drugs* 30:333-341.
- Molinengo L, Cassone MC, Baroli A, Orsetti M. 1986. Mescaline action on “memory decay” and “problem solving” behavior in the rat. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry* 10:709-715.
- Monod J. 1970. Los Piaroa y lo invisible: Ejercicio preliminar a un estudio sobre la religión Piaroa. *Boletín Informativo de Antropología* 7:5-21.
- Perry EK, Perry RH. 1995. Acetylcholine and hallucinations: disease-related compared to drug-induced alterations in human consciousness. *Brain Cognition* 28:240-58.
- Petrocellis LD, Melck D, Bisogno T, Di Marzo V. 2000. Endocannabinoids and fatty acid amides in cáncer, inflammation and related disorders. *Chemistry and Physics of Lipids* 108:191-209.
- Popik P, Wróbel M. 2001. Anxiogenic action of ibogaine. *Alkaloids Chemical Biology* 56:227-233.
- Radwan MM, ElSohly MA, Slade D, Ahmed SA, Khan IA, Ross SA. 2009. Biologically active cannabinoids from high-potency *Cannabis sativa*. *Journa of Natural Products* 72:906-911.
- Rambousek L, Palenicek T, Vales K, Ales S. 2014. The effect of psilocin on memory acquisition, retrieval, and consolidation in the rat. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 8:180.
- Randolph CB. 1905. The mandragora of the ancients in folk-lore and medicine. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 40:487-537.
- Rates SMK. 2001. Plants as source of drugs. *Toxicon* 39:603-613.
- Rivier L, Lindgren JE. 1972. “Ayahuasca,” the South American hallucinogenic drink: An ethnobotanical and chemical investigation. *Economic Botany* 26:101-129.

- Rodrigues E, Carlini EA. 2005. Ritual use of plants with possible action on the central nervous system by the Krahô Indians, Brazil. *Phytotherapy Research* 19:129-135.
- Rodrigues E, Gianfratti B, Tabach R, Negri G, Mendes FR. 2008. Preliminary investigation of the Central Nervous System effects of “Tira-Capeta” (removing the devil), a cigarette used by some Quilombolas living in Pantanal wetlands of Brazil. *Phytotherapy Research* 22:1248-1255.
- Rodrigues E, Cavin JC, West JE. 1982. The possible role of Amazonian psychoactive plants in the chemotherapy of parasitic worms - A hypothesis. *Journal of Ethnopharmacology* 6:303-309.
- Roulette CJ, Mann H, Kemp BM, Remiker M, Roulette JW, Hewlett BS, Kazanji M, Breurec S, Monchy D, Sullivan RJ. 2014. Tobacco use vs. helminths in Congo basin hunter-gatherers: self-medication in humans? *Evolution and Human Behavior* 35:397-407.
- Satora L, Pach D, Butryn B, Hydzik P, Balicka-Slusarczyk B. 2005. Fly agaric (*Amanita muscaria*) poisoning, case report and review. *Toxicology* 45:941-943.
- Schultes RE. 1938. The Appeal of Peyote (*Lophophora williamsii*) as a Medicine. *American Anthropology* 40:698-715.
- Schultes RE. 1979. Índicios de riqueza etnofarmacológica do noroeste da Amazônia. *Acta Amazonica* 9:209-215.
- Schultes RE, Hofmann A. 1993. Plantas de los Dioses. Orígenes del uso de los alucinógenos. México, Fondo de Cultura Económica.
- Schultes RE. 1998. Antiquity of the use of new world hallucinogens. *Heffter Rev Psychedelic Res* 1:1-7.
- Sheppard SG. 1994. A preliminary investigation of Ibogaine: Case reports and recommendations for further study. *Journal of Substance Abuse Treatment* 11:379-385.
- Shepard Jr GH. 2002. Three Days for Weeping: Dreams, Emotions, and Death in the Peruvian Amazon. *Medical Anthropology Quarterly* 16:200-229.
- Souza RSO, Albuquerque UP, Monteiro JM, Amorim ELC. 2008. Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* [Willd.] Poir.): A review of its traditional use, phytochemistry and pharmacology. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51:937-947.
- Sullivan RJ, Hagen EH. 2002. Psychotropic substance-seeking: evolutionary pathology or adaptation? *Addiction* 97:389-400.
- Sullivan RJ, Hagen EH, Hammerstein P. 2008. Revealing the paradox of drug reward in human evolution. *Proceedings of the Royal Society B* 275:1231-1241.
- Toledo BA. 2006. Aspectos cuantitativos, cualitativos y simbólicos de la medicina tradicional de los pobladores criollos de Cerro Colorado (Córdoba, Argentina). *Investigaciones sobre Antropología Cognitiva* 4:105-115.

- van der Donck I, Mulliez E, Blanckaert J. 2004. Angel's trumpet (*Brugmansia arborea*) and mydriasis in a child – A case report. Bulletin of the Belgian Society of Ophthalmology 292:53-56.
- van Dongen PWJ, Groot ANJA. 1995. History of ergot alkaloids from ergotism to ergometrine. European Journal of Obstetrics Gynecology and Reproductive Biology 60:109-116.
- Velasco G, Galve-Roperh I, Sánchez C, Blázquez C, Guzmán M. 2004. Hypothesis: Cannabinoid therapy for the treatment of gliomas? Neuropharmacology 47:315-323.
- Wasson RG, Kramrisch S, Ott J, Ruck CAP. 1992. La búsqueda de Perséfone. Los enteógenos y los orígenes de la religión. México, FCE.
- Weil AT. 1965. Nutmeg as a Narcotic. Economic Botany 19:194-217.
- Weiner MA. 1971. Ethnomedicine in Tonga. Economic Botany 25:423-450.

Como a nossa mente naturalista ajuda a combater doenças infecciosas

Ulysses Paulino de Albuquerque, Joelson Moreno Brito de Moura,
Rayane Karoline Silva dos Santos, Risoneide Henriques da Silva e
Washington Soares Ferreira Júnior



ASSISTA A UMA
VÍDEO-AULA
SOBRE O ASSUNTO:

<https://youtu.be/Ve3sitY-UtA>



<https://youtube.com/live/ZS5afUk9H2g>



A exposição a patógenos tem sido uma forte pressão seletiva para nossa espécie (Schaller & Park 2011; Novembre & Han 2012; Larsen 2023), exigindo um importante papel do sistema imunológico fisiológico. Essa exposição foi responsável por mais mortes ao longo de nossa história evolutiva do que outros fatores combinados (Murray & Schaller 2016), como a recente pandemia de COVID-19, que levou a milhares de mortes em todo o mundo (Schaller *et al.* 2022). No entanto, ativar esse sistema imunológico é custoso para o organismo, pois as respostas imunológicas consomem recursos metabólicos e às vezes podem ser temporariamente debilitantes, causando febre e fadiga, e nem sempre são eficazes (Murray & Schaller 2016).

Adicionalmente, a seleção natural favoreceu a evolução de um mecanismo psicológico motivacional que atua na linha de defesa contra patógenos: o sistema imune comportamental (SIC) (Murray & Schaller 2016; Ackerman *et al.* 2018). O SIC é um conjunto de mecanismos cognitivos, afetivos e comportamentais muito sensíveis à identificação de pistas ligadas a patógenos presentes no ambiente, ativando respostas psicológicas que regulam as interações comportamentais (Murray & Schaller 2016; Murray *et al.* 2019).

Existem várias pistas perceptivas que podem levar à ativação do sistema imune comportamental: um cheiro desagradável, uma mancha na pele (Schaller & Park 2011), deformidades corporais (Ackerman *et al.* 2018), vômito e pus (Lieberman & Patrick 2014). O SIC pode apresentar algumas falhas na detecção dessas pistas, levando a dois tipos de erros: falsos positivos, que consistem em concluir erroneamente a contaminação por patógenos quando estes não estão presentes, e falsos negativos, que concluem pela ausência de patógenos quando estes estão presentes (Ness 2005; Leeuwen & Jaeger 2022). Ambos os erros têm impactos diferentes na saúde do indivíduo: enquanto o falso positivo provoca um esgotamento de energia, o falso negativo proporciona contato com patógenos que podem ser fatais para o indivíduo (Schaller & Park 2011; Ackerman *et al.* 2018; Leeuwen & Jaeger 2022).

Os erros de detecção são resolvidos por meio de mecanismos adaptativos, um dos quais é o “princípio do detector de fumaça”. Este conceito, análogo aos detectores de fumaça domésticos, minimiza as chances de

ocorrência de erros falso-negativos (Ness 2005; Schaller & Park 2011). Assim, o SIC é generalista e propenso a cometer erros falso-positivos, gerando um impacto menor comparado a um erro falso-negativo (Ness 2005; Schaller & Park 2011).

No ambiente moderno, enfrentamos desafios constantes com novas infecções, epidemias e pandemias resistentes a antibióticos e antivirais. Embora os sistemas imunológicos fisiológico e comportamental atuem em conjunto, argumentamos que esta pressão seletiva requer a participação de outros mecanismos cognitivos e comportamentais, representados pelas funções da mente naturalista, que colaboram para lidar com essas ameaças. A mente naturalista, proposta por Albuquerque e Ferreira Júnior (2017), é uma estrutura cognitiva que reúne recursos para que o ser humano possa lidar com os desafios ambientais, como identificar ameaças, encontrar alimentos e remédios, e memorizar a localização e função das plantas e animais, entre outros aspectos relacionados à nossa interação com a natureza. Este capítulo busca mostrar como o SIC e a mente naturalista atuam de forma complementar para lidar com desafios relacionados à prevenção de patógenos e infecções. Primeiro, revisaremos brevemente os fatores que modulam o SIC e, em seguida, discutiremos o papel da mente naturalista nesse contexto.

Fatores que modulam o sistema imunológico comportamental

O SIC detecta sinais de patógenos infecciosos no ambiente em que as pessoas vivem, levando a importantes respostas emocionais e comportamentais que ajudam a evitar possíveis contaminações (Bacon & Corr 2020). Porém, essas respostas são influenciadas por fatores cognitivos e contextuais que interagem entre si e modulam o SIC, o que pode levar a diferentes comportamentos por ser flexível e sensível ao contexto (Schaller & Park 2011). Por exemplo, em situações em que as pessoas se percebem vulneráveis à infecção, elas tendem a prestar mais atenção aos sinais de contaminação no ambiente, e esses sinais desencadeiam respostas aversivas mais intensas (Schaller & Park 2011). Argumenta-se que

as pessoas que vivem em ambientes com maior incidência de doenças apresentam maior sensibilidade à repulsa, uma vez que um sentimento elevado de repulsa seria adaptativo em tais ambientes (Buss 2009). Além disso, pessoas vulneráveis às ameaças de doenças, como as que possuem síndrome da imunodeficiência adquirida, tendem a ter respostas mais intensas, como uma maior sensibilidade ao sentimento de repulsa (Boggs *et al.* 2022).

A repulsa é uma resposta emocional central ao funcionamento do SIC, pois atua como o principal motivador para evitar patógenos (Bacon & Corr 2020; Hromatko *et al.* 2021). A sensibilidade à repulsa é flexível, com alguns indivíduos sendo mais sensíveis do que outros (Boggs *et al.* 2022). Aparentemente, a repulsa evoluiu para facilitar a prevenção da contaminação por substâncias potencialmente patogênicas (Boggs *et al.* 2022) e, ao longo do tempo, tornou-se uma resposta mais ampla a outras ameaças, como a aversão a marcas na pele humana causadas por doenças infecciosas como varíola, rubéola e herpes labial (Boggs *et al.* 2022; Kupfer & Le 2017; Laakasuo *et al.* 2018).

As respostas geradas pelo SIC podem ser proativas ou reativas. As respostas reativas são profiláticas e surgem na presença de sinais que podem representar um risco imediato de infecção, como observar alguém com feridas abertas, tossir ou vomitar, entre outros (Murray *et al.* 2013). As respostas proativas, por outro lado, funcionam por meio da gestão de ameaças que não representam riscos imediatos de infecção, mas são importantes para minimizar o impacto de potenciais infecções a longo prazo, levando à propagação de comportamentos como xenofobia, neofobia e práticas de higiene, que servem, por exemplo, para prevenir potenciais ameaças (Stevenson *et al.* 2011; He *et al.* 2021). Práticas de higiene, como a lavagem das mãos, podem não estar relacionadas com o risco imediato de contaminação por agentes patogênicos no ambiente, mas podem reduzir este risco a longo prazo se forem mantidas (Ackerman *et al.* 2018).

A ativação do SIC pode operar em conjunto com a percepção de vulnerabilidade a doenças (PVD), que é o quanto uma pessoa acredita estar sujeita a uma infecção. Isso pode resultar tanto no cumprimento de normas sociais de prevenção de doenças — como a limpeza de mãos — quanto em respostas aversivas a pessoas que não representam uma ameaça real

(como pessoas com deformidades faciais, por exemplo) (Bacon & Corr 2020). Há cientistas que defendem que o etnocentrismo e a menor sociabilidade são expressões comportamentais do SIC, observadas em pessoas que se percebem mais vulneráveis a doenças em comparação com aquelas que se percebem menos vulneráveis (Ackerman *et al.* 2018; Laakasuo *et al.* 2018; Murray *et al.* 2013). Mesmo anormalidades físicas não infecciosas podem influenciar a PVD, agindo como pistas para a ocorrência de patógenos em outras pessoas. Por exemplo, Ryan *et al.* (2012) mostraram que indivíduos com desfigurações faciais benignas provocam repulsa mesmo quando as pessoas que os observam são informadas de que a desfiguração é uma simples marca de nascença. Esses erros (falsos positivos) podem ser importantes, uma vez que seria dispendioso ou mesmo fatal ignorar uma ameaça real (Ackerman *et al.* 2018).

Uma forma de compreender a influência dos fatores contextuais nas diferentes respostas humanas aos sinais de ameaça patogênica é por meio da teoria da história de vida, que prevê que os organismos irão alocar os recursos corporais de forma a promover uma melhor aptidão dentro do contexto ambiental em que vivem (Brommer 2000). De acordo com esta teoria, as pessoas têm duas estratégias para alocação de recursos: uma história de vida lenta — associada a ambientes mais estáveis, com indivíduos apresentando maior investimento em defesa, baixa fertilidade e elevados cuidados parentais — e uma história de vida rápida — associada a ambientes instáveis, com uma taxa de fertilidade mais elevada, rápido desenvolvimento e priorização de oportunidades de acasalamento a curto prazo (Varella *et al.* 2021). Pensando no funcionamento do SIC a partir de uma lógica de custo-benefício, os indivíduos que vivem em contextos ambientais estáveis e de baixa patogenicidade investem mais energia na construção de um SIC mais sensível às ameaças ambientais — por meio de estratégias de história de vida mais lentas — do que os indivíduos que vivem em ambientes instáveis e altamente patogênicos — estratégias de história de vida mais rápidas (Ackerman *et al.* 2018). Por exemplo, há evidências de maior atividade inflamatória no início da vida em crianças que vivem em ambientes imprevisíveis e com maior vulnerabilidade socioeconômica (Miller *et al.* 2011).

Evidências mostram que, em ambientes com alta taxa de doenças infecciosas, as pessoas apresentam níveis mais baixos de inovação, homossexualidade, extroversão e abertura a novas experiências (Schaller & Murray 2008; Tybur *et al.* 2011; Murray 2014). As pessoas que se sentem mais vulneráveis à infecção são mais cautelosas nas suas relações interpessoais, mais xenófobas e propensas a atitudes conformistas (Faulkner *et al.* 2004; Murray & Schaller 2012; Wang & Ackerman 2019). Portanto, considerar o contexto é fundamental para compreender a forma como o SIC funciona e as consequências de sua ativação.

Aspectos do ambiente físico e social oferecem pistas sobre o perigo de infecção, e essas pistas atuam como mecanismos de entrada que ativam o sistema imunológico comportamental (Ackerman *et al.* 2018). Tal como acontece com a pandemia de COVID-19, essas pistas podem envolver indicadores diretos (como fluidos corporais, tosse e espirros) e indicadores indiretos (como contato prévio com objetos e indivíduos contaminados). O mesmo se aplica às respostas de prevenção, como evitar o contato físico com potenciais fontes de contaminação (Ackerman *et al.* 2018).

No entanto, o SIC pode ter uma resposta limitada para a compreensão das atitudes e ações humanas em relação às doenças em contextos ambientais modernos, como as pandemias. A adaptação psicológica humana para evitar patógenos evoluiu devido às pressões de seleção geradas por infecções patogênicas e parasitárias em grupos de subsistência de baixa densidade, que tinham uma estrutura de parentesco semelhante e uma dieta onívora (Ackerman *et al.* 2021). Muitas sociedades humanas contemporâneas, assim como muitas doenças, são diferentes daquelas presentes em ambientes ancestrais nos quais o sistema imune comportamental evoluiu (Schaller *et al.* 2022).

Isso pode sugerir que as ações e atitudes que foram adaptativas durante grande parte da história humana para mitigar os patógenos podem não estar bem ajustadas nas sociedades modernas (Li *et al.* 2018). Por exemplo, o vírus SARS-CoV-2 é altamente contagioso mesmo em indivíduos pré-sintomáticos e/ou assintomáticos, nos quais os sinais da doença ainda não são perceptíveis, dificultando a ativação dos nossos mecanismos evolutivos para detecção do agente patogênico (Varella *et al.* 2021). No entanto, em pequenos grupos ancestrais, as doenças com períodos

iniciais mais longos podem ter se espalhado para grupos inteiros antes que os sinais da doença fossem notados, e nesses pequenos grupos, patógenos mais virulentos provavelmente levaram à extinção antes que ocorresse a transmissão entre grupos (Ackerman *et al.* 2021). Além disso, os agentes patogênicos que se espalham entre grupos eram provavelmente menos virulentos devido a períodos de latência mais longos, como o *Mycobacterium tuberculosis* (Wirth *et al.* 2008).

Outro aspecto é que as vias de transmissão eram limitadas no passado, e muitas doenças infecciosas modernas se espalham através de objetos contaminados (Boone & Gerba 2007). Assim, os mecanismos adaptados para defesa contra agentes patogênicos em condições pré-industriais de pequena escala podem não estar bem equipados para lidar com novas ameaças de infecção, distintas daquelas comuns no nosso passado ancestral (Ackerman *et al.* 2021; Schaller *et al.* 2022). No entanto, essa perspectiva ignora que as infecções patogênicas acompanham os humanos ao longo de sua história evolutiva, especialmente nos últimos 12.000 anos, com a transição de um modo de vida nômade para um modo de vida mais sedentário (Lewis *et al.* 2023).

É possível que o desafio não esteja relacionado com a ativação do sistema imune comportamental nos contextos modernos, mas sim com fatores que podem modular o seu funcionamento, como a divulgação de notícias falsas sobre doenças (Oliveira & Albuquerque 2021; Ding & Luo 2023), que acabam interferindo nas respostas comportamentais. Vivemos em uma época em que as mídias sociais exercem grande influência nas relações sociais humanas. Assim, num contexto atual que facilita a disseminação em massa de informações falsas, é provável que haja uma redução nas respostas proativas de prevenção. Muitos líderes e políticos, com discursos negacionistas no contexto da pandemia da COVID-19, incentivaram a população a não cumprir medidas sanitárias que minimizam os efeitos nocivos do vírus (Calvillo *et al.* 2020; Gonzalez *et al.* 2022).

Um estudo realizado no Brasil durante o pico da crise sanitária da COVID-19 mostrou que, em regiões pró-governo, as pessoas eram mais propensas a envolver-se em comportamentos de risco para a saúde, e esse comportamento foi mais pronunciado em locais com níveis mais elevados de penetração na mídia e contas ativas no Twitter (Ajzenman *et al.*

2020). Assim, as redes sociais somadas ao viés de prestígio exercido por lideranças e políticos podem interferir nas respostas proativas do SIC.

Se isso for verdade, a ativação do SIC, particularmente em relação às suas respostas proativas, poderia estar comprometida por vieses cognitivos. Por exemplo, se o sistema imunológico fisiológico pode atacar o indivíduo através de respostas autoimunes (respostas imunes contra as próprias células e tecidos do corpo), argumentamos que, em muitos casos, as notícias falsas podem operar de forma semelhante, comprometendo as respostas proativas do SIC e levando os indivíduos a se exporem à infecção, o que seria uma espécie de resposta comportamental autoimune mal adaptada. Notícias falsas também podem gerar falhas na detecção de patógenos, pois os indivíduos podem concluir sobre a ausência de patógenos no ambiente mesmo quando essas pistas estão presentes (erro falso negativo).

A complementaridade do sistema imunológico comportamental e da mente naturalista

Os nossos antepassados enfrentaram uma variedade de desafios ambientais, tais como evitar predadores, encontrar fontes de alimento e água, ou mesmo evitar doenças. Esses desafios eram basicamente naturais, fruto de uma inter-relação direta com o meio ambiente (Silva *et al.* 2020). Ao longo da história evolutiva da humanidade, essas ameaças ambientais têm sido os desafios a que os seres humanos mais estavam expostos e, portanto, as ameaças mais regulares na nossa história como espécie (Silva *et al.* 2020).

Uma maior exposição a essas ameaças naturais e um maior foco na resolução desses desafios levaram à seleção de uma importante estrutura psicológica, concebida para lembrar, aprender e resolver eficazmente os desafios naturais: a mente naturalista. A mente naturalista é uma arquitetura adaptada da mente humana e não um subproduto de outras tendências cognitivas evoluídas. Caracteriza-se por mecanismos psicológicos que priorizam alguns tipos de ameaças melhor do que outros, indicando sua plasticidade (Silva *et al.* 2019). Por exemplo, evidências mostram que

as informações sobre a toxicidade de uma planta tendem a ser mais bem lembradas pelas pessoas do que informações sobre plantas sem toxicidade (Prokop & Fančovičová 2018), e que plantas que tratam doenças de baixa gravidade são melhor retidas na memória do que plantas que tratam doenças altamente graves (Silva *et al.* 2019). Além disso, mesmo quando o desafio de tratar doenças surge em diferentes contextos ambientais, desde locais frios como as tundras até locais quentes como os desertos, as pessoas podem recordar informações importantes relacionadas ao uso de plantas medicinais (Moura *et al.* 2021).

No passado ancestral, os hominídeos usavam plantas medicinais para tratar doenças e infecções. Uma revisão recente sobre o tema, associando-o ao papel do SIC, foi apresentada por Hagen *et al.* (2022). Há evidências de que, há aproximadamente 2 milhões de anos, na região que hoje compreende a Europa e o Oriente Médio, o *Homo habilis* e outros hominídeos já utilizavam plantas para automedicação (Hardy 2018). O comportamento de automedicação também é observado em diversas espécies de animais (Albuquerque *et al.* 2020; De La Fuente *et al.* 2022), como no caso do macaco japonês *Macaca fuscata yakui*, que utiliza plantas medicinais com atividade antiparasitária para tratar diferentes espécies de nematóides intestinais (Tasdemira *et al.* 2020).

Considerando que a mente naturalista evoluiu para resolver desafios adaptativos dos humanos a partir de suas interações com a natureza, incluindo a seleção de recursos medicinais da biota para direcionar o tratamento de doenças (Silva *et al.* 2019), as ações complementares entre a mente naturalista e o SIC têm sido importantes para lidar com a ameaça de doenças infecciosas, potencializando a resposta imunológica comportamental e/ou fisiológica. Hagen *et al.* (2022) expandiram a compreensão das respostas do SIC para incluir respostas constitutivas e indutivas. As respostas constitutivas podem envolver, por exemplo, o consumo regular de plantas com substâncias bioativas, como as presentes nas especiarias utilizadas na culinária (Sherman & Billing 1999), enquanto as respostas indutivas estão relacionadas ao consumo de plantas após uma infecção.

A mente naturalista, ao atuar de forma complementar ao SIC, gera respostas reativas e proativas. As respostas reativas envolvem ações tanto preventivas (Murray *et al.* 2013) (constitutivo sensu Hagen *et al.* 2022)

quanto terapêuticas (Santoro *et al.* 2015) (indutivas sensu Hagen *et al.* 2022). Nas ações preventivas voltadas à natureza, a identificação de alimentos estragados por meio de cheiro ou outros sinais pode ser um exemplo de como evitamos doenças infecciosas com risco imediato. No que diz respeito às ações terapêuticas, podemos citar a seleção humana de plantas e animais para enfrentar doenças que afetam regularmente a nossa espécie (Santoro *et al.* 2015; Nascimento *et al.* 2016). O desenvolvimento de estratégias culturais para processar alimentos a fim de evitar que se estraguem ao longo do tempo e o desenvolvimento de tabus alimentares, incluindo comportamentos neofóbicos alimentares, podem ser estratégias que diminuem o risco de contágio a longo prazo (respostas proativas). Evidências mostram que as pessoas tendem a usar mais especiarias na sua cozinha, que são consideradas antibióticos naturais (Sherman & Billing 1999), como uma estratégia proativa para a prevenção de doenças. O comportamento neofóbico alimentar trata-se de uma rejeição de alimentos novos ou desconhecidos (Al-Shaaf *et al.* 2015), que pode atuar como uma importante resposta proativa da mente naturalista.

O processo de seleção de recursos do meio ambiente para favorecer o tratamento de doenças infecciosas também pode ser entendido como um tipo de resposta proativa. Por exemplo, o conhecimento sobre plantas medicinais para o tratamento da malária pode ter se intensificado em grupos africanos devido à elevada incidência desta doença nessas populações ao longo do tempo (Santoro *et al.* 2017). Este conhecimento faz parte do que Hagen *et al.* (2022) sugerem como memória imunológica transgeracional. Contudo, este conhecimento é complexo; não se restringe ao conhecimento e aplicação das plantas no tratamento de doenças, e envolve diferentes habilidades e processos cognitivos já conceituados como parte da mente naturalista.

Como o SIC envolve um conjunto complexo de mecanismos afetivos (que evoca a emoção de repulsa), cognitivos (desencadeia pensamentos sobre a doença) e comportamentais (motiva a evitar a fonte da doença) (Boggs *et al.* 2022), é consistente inferir que a complementaridade entre a mente naturalista e o SIC potencializa a forma como o ser humano lida com as doenças infecciosas. Embora o sistema imune comportamental envolva apenas mecanismos preventivos, a mente naturalista também

influencia o desenvolvimento de estratégias terapêuticas baseadas na seleção de recursos naturais para minimizar o impacto das doenças nos seres humanos.

Por fim, a conexão entre SIC e mente naturalista (MN) pode ser ilustrada de diversas maneiras:

- **Detecção e resposta a patógenos:** O SIC identifica sinais patogênicos no ambiente, como odores desagradáveis ou sinais de doenças. Esses sinais desencadeiam respostas comportamentais como repulsa, motivando a evitação de possíveis fontes de infecção. Paralelamente, a MN proporciona conhecimento e compreensão de quais elementos naturais podem ser utilizados para combater infecções ou doenças, integrando essas respostas imunológicas comportamentais com práticas baseadas em recursos naturais.
- **Seleção de recursos naturais:** A MN contribui para a seleção e utilização de recursos naturais, como plantas medicinais, para prevenção ou tratamento de infecções. Por exemplo, o conhecimento acumulado sobre as propriedades antimicrobianas de determinadas especiarias e plantas medicinais reflete a ação da MN, complementando as respostas preventivas e terapêuticas do SIC.
- **Adaptação e plasticidade cognitiva:** Tanto o SIC quanto a MN exibem alta adaptabilidade e plasticidade cognitiva em resposta aos desafios ambientais. O SIC modula suas respostas com base na vulnerabilidade percebida às infecções e na presença de sinais de doenças, enquanto a MN adapta o conhecimento e a utilização dos recursos naturais às condições ambientais específicas e aos desafios enfrentados.
- **Comportamentos proativos e reativos:** O SIC gera respostas proativas e reativas a ameaças infecciosas. Complementarmente, a MN permite a aplicação eficaz dessas respostas, seja através da prevenção (como evitar alimentos estragados) ou do tratamento (selecionar remédios naturais).
- **Interação com desafios modernos:** Embora o SIC possa ter limitações em contextos modernos, como a detecção de doenças transmitidas através de objetos contaminados, a MN pode ajudar a superar essas limitações, fornecendo conhecimentos e práticas

adaptativas que consideram o ambiente contemporâneo e suas nuances.

Referências

- Ackerman JM, Hill SE, Murray DR. 2018. The behavioral immune system: Current concerns and future directions. *Social and Personality Psychology Compass* 12: e12371.
- Ackerman JM, Tybur JM, Blackwell AD. 2021. What Role Does Pathogen-Avoidance Psychology Play in Pandemics? *Trends in Cognitive Sciences* 25: 177-186.
- Ajzenman N, Cavalcanti T, Da Mata D. 2020. More Than Words: Leaders' Speech and Risky Behavior during a Pandemic. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3582908>
- Albuquerque UP, Ferreira Júnior WS. 2017. What do we study in evolutionary ethnobiology? Defining the theoretical basis for a research program. *Evolutionary Biology* 44: 206-215.
- Albuquerque UP, Nascimento, Chaves LS, Feitosa IS, *et al.* 2020. The chemical ecology approach to modern and early human use of medicinal plants. *Chemoecology* 30: 89-102.
- Altman MN, Khislavsky AI, Coverdale ME, Gilger JW. 2016. Adaptive attention: How preference for animacy impacts change detection. *Evolution and Human Behavior* 37(4): 303-314.
- Al-Shawaf L, Lewis DMG, Alley TR, Buss DM. 2015. Mating strategy, disgust, and food neophobia. *Appetite* 85:30-35.
- Bacon AM, Corr PJ. 2020. Behavioral Immune System Responses to Coronavirus: A Reinforcement Sensitivity Theory Explanation of Conformity, Warmth Toward Others and Attitudes Toward Lockdown. *Frontiers in Psychology* 11: 1-13.
- Boone AS, Gerba CP. 2007. Significance of fomites in the spread of respiratory and enteric viral disease. *Applied and Environmental Microbiology* 73: 1687-1696.
- Boggs ST, Ruisch BC, Fazio RH. 2022. Concern about salient pathogen threats increases sensitivity to disgust. *Personality and Individual Differences* 186: 1-8.
- Brommer JE. 2000. The evolution of fitness in life-history theory. *Biological Reviews* 75: 377-404.
- Buss DM. 2009. How can evolutionary psychology successfully explain personality and individual differences? *Perspectives on Psychological Science* 4(4): 359-366.
- Calvillo DP, Ross BJ, Garcia RJB, *et al.* 2020. Political Ideology Predicts Perceptions of the Threat of COVID-19 (and Susceptibility to Fake News About It). *Social Psychological and Personality Science* 11(8): 1119-1128.

- Cepon-Robins TJ, Blackwell AD, Gildner TE, Liebert MA, Urlacher SS, Madimenos FC, & Sugiyama LS. 2021. Pathogen disgust sensitivity protects against infection in a high pathogen environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118(8): e2018552118.
- Coelho CM, Suttiwan P, Faiz AM, Ferreira-Santos F, Zsido AN. 2019. Are Humans Prepared to Detect, Fear, and Avoid Snakes? The Mismatch Between Laboratory and Ecological Evidence. *Frontiers in Psychology* 10: 1-10.
- De La Fuente MF, Souto A, Albuquerque UP, Schiel N. 2022. Self-medication in nonhuman primates: A systematic evaluation of the possible function of the use of medicinal plants *American Journal of Primatology* 84: e23438.
- Ding Q, Luo X. 2023. People with High Perceived Infectability Are More Likely to Spread Rumors in the Context of COVID-19: A Behavioral Immune System Perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20(1): 703.
- Faulkner J, Schaller M, Park JH, Duncan LA. 2004. Evolved disease avoidance mechanisms and contemporary xenophobic attitudes. *Group Processes and Intergroup Behavior* 7: 333-353.
- Gonzalez JLB, Gámez MG, Enciso EAM, Maldonado RJE, *et al.* 2022. Efficacy and Safety of Ivermectin and Hydroxychloroquine in Patients with Severe COVID-19: A Randomized Controlled Trial. *Infectious Disease Reports* 14(2): 160-168.
- Hardy K. 2018. Plant use in the lower and middle paleolithic: food, medicine, and raw materials. *Quaternary Science Reviews* 191:393–405.
- Henrich J, Gil-White FJ. 2001. The evolution of prestige: Freely conferred deference as a mechanism for enhancing the benefits of cultural transmission. *Evolution and Human Behavior* 22: 165–196.
- He L, Zhou W, He M, Nie X, He J. 2021. Openness and COVID-19 induced xenophobia: The roles of trade and migration in sustainable development. *PLoS ONE* 16(4): e0249579.
- Hromatko I, Grus A, Kolderaj G. 2021. Do Islanders Have a More Reactive Behavioral Immune System? Social Cognitions and Preferred Interpersonal Distances During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Psychology* 12: 1-16.
- Kang Q, Zhou L, Liu J, Ran Y. 2022. Do contagion cues shape customers' willingness to adopt hospitality service robots? *International Journal of Hospitality Management* 104: 1-12.
- Kupfer TR, Le ATD. 2017. Disgusting clusters: tryphobia as an overgeneralized disease avoidance response. *Cognition and Emotion* 32(4):1-13.
- Laakasuo M, Kösic N, Palomäki J, Jokela M. 2018. Money for microbes—Pathogen avoidance and out-group helping behavior. *International Journal of Psychology* 53: 1-10.

- Larsen CS. 2023. The past 12,000 years of behavior, adaptation, population, and evolution shaped who we are today. *PNAS* 120 (4): e2209613120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2209613120>.
- Lewis Jr. CM, Akinyi MY, DeWitte SN, Stone AC. 2023. Ancient pathogens provide a window into health and well-being. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 120(4): e2209476119.
- Li NP, van Vugt M, Colarelli SM. 2018. The evolutionary mismatch hypothesis: Implications for psychological science. *Current Directions in Psychological Science* 27: 38–44.
- Lieberman D, Patrick C. 2014. Are the behavioral immune system and pathogen disgust identical? *Evolutionary Behavioral Sciences* 8(4): 244.
- Mesoudi A. 2015. Cultural Evolution: A Review of Theory, Findings and Controversies. *Evolutionary Biology* 43: 481-497.
- Miller GE, Chen E, Parker KJ. 2011. Psychological stress in childhood and susceptibility to the chronic diseases of aging: Moving toward a model of behavioral and biological mechanisms. *Psychological Bulletin* 137: 959–997.
- Mortensen CR, Becker DV, Ackerman JM, Neuberg SL, Kenrick DT. 2010. Infection breeds reticence: the effects of disease salience on self-perceptions of personality and behavioral avoidance tendencies. *Psychological Science* 21: 440–447.
- Moura JMB, Silva RH, Ferreira Júnior WS, Silva TC, Albuquerque UP. 2021. Memory for medicinal plants remains in ancient and modern environments suggesting an evolved adaptedness. *PLoS ONE* 16(10): e0258986.
- Murray DR, Schaller M. 2012. Threat(s) and conformity deconstructed: perceived threat of infectious disease and its implications for conformist attitudes and behavior. *European Journal of Social Psychology* 42: 180–188
- Murray DR, Jones DN, Schaller M. 2013. Perceived threat of infectious disease and its implications for sexual attitudes. *Personality and Individual Differences* 54(1): 103–108.
- Murray DR. 2014. Direct and indirect implications of pathogen prevalence for scientific and technological innovation. *Journal of Cross-Cultural Psychology* 45: 971–985.
- Murray DR, Schaller M. 2016. The behavioral immune system: Implications for social cognition, social interaction, and social influence. *Advances in Experimental Social Psychology* 53:75-129.
- Murray DR, Prokosch ML, Airington Z. 2019. PsychoBehavioroimmunology: Connecting the Behavioral Immune System to Its Physiological Foundations. *Frontiers in Psychology* 10: 200.
- Nascimento ALB, Lozano A, Melo JG, Alves RR, Albuquerque U.P. 2016. Functional aspects of the use of plants and animals in local medical systems and their implications for resilience. *Journal of Ethnopharmacology* 194: 348–357

- Nesse RM. 2005. Natural selection and the regulation of defenses: A signal detection analysis of the smoke detector principle. *Evolution and Human Behavior* 26(1): 88–105.
- Novembre J, Han E. 2012. Human population structure and the adaptive response to pathogen-induced selection pressures. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 367: 878–886.
- Oliveira DVB, Albuquerque UP. 2021. Cultural Evolution and Digital Media: Diffusion of Fake News About COVID-19 on Twitter. *SN Computer Science* 2(6): 1-12.
- Prokop P, Fančovičová J. 2018. The perception of toxic and nontoxic plants by children and adolescents with regard to gender: Implications for teaching botany. *Journal of Biological Education*. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1501405>.
- Ryan S, Oaten M, Stevenson RJ, Case TI. 2012. Facial disfigurement is treated like an infectious disease. *Evolution and Human Behavior* 33: 639–646.
- Santoro FR, Ferreira Júnior WS, Ladio AH, Araújo TAS, Albuquerque UP. 2015. Does plant species richness guarantee the resilience of local medical systems? A perspective from utilitarian redundancy. *PLoS ONE* 10(3): e0119826.
- Santoro FR, Santos GC, Ferreira Junior WS, Chaves LS, Araújo TAS, Nascimento ALB, Sobral A, Silva JS, Campos JLA, Albuquerque UP. 2017. Testing an ethnobiological evolutionary hypothesis on plant-based remedies to treat malaria in Africa. *Evolutionary Biology* 44(2): 216–226.
- Schaller M, Murray DR. 2008. Pathogens, personality, and culture: disease prevalence predicts worldwide variability in sociosexuality, extraversion, and openness to experience. *Journal of Personality and Social Psychology* 95: 212.
- Schaller M, Park JH. 2011. The Behavioral Immune System (and Why It Matters). *Current Directions in Psychological Science* 20(2): 99–103.
- Schaller M, Murray DR, Prokosch ML, Airington Z. 2019. PsychoBehavioroimmunology: connecting the behavioral immune system to its physiological foundations. *Frontiers in Psychology* 10: 200.
- Schaller M, Murray DR, Hofer MK. 2022. The behavioral immune system and pandemic psychology: The evolved psychology of disease-avoidance and its implications for attitudes, behavior, and public health during epidemic outbreaks. *European Review of Social Psychology* 33: 360–396.
- Silva RH, Ferreira Júnior WS, Medeiros PM, Albuquerque UP. 2019. Adaptive memory and evolution of the human naturalistic mind: Insights from the use of medicinal plants. *PLoS ONE* 14(3): e0214300.
- Silva RH, Ferreira Júnior WS, Moura JMB, Albuquerque UP. 2020. The link between adaptive memory and cultural attraction: new insights for evolutionary ethnobiology. *Evolutionary Biology* 47:273–284.
- Stevenson RJ, Case TI, Oaten MJ. 2011. Proactive strategies to avoid infectious disease. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences* 366(1583): 1-3.

- Sherman PW, Billing J. (1999). Darwinian gastronomy: Why we use spices. *BioScience* 49: 453–463.
- Tasdemira D, MacIntosh AJ, Stergiou P, *et al.* 2020. Antiprotozoal and antihelminthic properties of plants ingested by wild Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*) in Yakushima Island. *Journal of Ethnopharmacology* 247: 1-14.
- Tybur JM, Bryan AD, Magnan RE, Hooper AEC. 2011. Smells like safe sex: olfactory pathogen primes increase intentions to use condoms. *Psychological Science* 22: 478–480.
- Wirth T, Hildebrand F, Allix-Béguec C, Wölbeling F, Kubica T, Kremer K, *et al.* 2008. Origin, Spread and Demography of the Mycobacterium tuberculosis Complex. *PLoS Pathog* 4(9): e1000160.
- Wang IM, Ackerman JM. 2019. The infectiousness of crowds: Crowding experiences are amplified by pathogen threats. *Personality and Social Psychology Bulletin* 45: 120-132.
- Varella MAC, Luoto S, Soares RBS and Valentova JV. 2021. COVID-19 Pandemic on Fire: Evolved Propensities for Nocturnal Activities as a Liability Against Epidemiological Control. *Frontiers in Psychology* 12: 1-21.
- Van Leeuwen F, Jaeger B. 2022. Pathogen disgust sensitivity: Individual differences in pathogen perception or pathogen avoidance? *Motivation and Emotion* 46(3): 394-403.

Exercícios

- 1** Explique as principais diferenças entre ecologia biocultural e ecologia tradicional. Utilize exemplos do livro para ilustrar como a integração da dimensão humana pode alterar a compreensão das interações ecológicas.
- 2** Discuta a importância da perspectiva evolutiva na etnobiologia. Como a abordagem evolutiva pode fornecer insights sobre a relação entre seres humanos e plantas medicinais?
- 3** Compare e contraste o determinismo ambiental e o possibilismo ambiental. Em sua opinião, qual abordagem é mais adequada para entender a relação entre pessoas e plantas medicinais em uma comunidade específica?
- 4** Pesquise um estudo de caso que utilize a ecologia cultural para analisar a relação entre uma comunidade e seu ambiente. Descreva como os conceitos de Julian Steward são aplicados no estudo.
- 5** Descreva o processo de transmissão de conhecimento sobre plantas medicinais em uma comunidade tradicional. Quais fatores influenciam a retenção e a perda desse conhecimento ao longo do tempo?
- 6** Defina os conceitos de resiliência e redundância utilitária em sistemas socioecológicos. Dê exemplos de como esses conceitos podem ser aplicados para entender a sustentabilidade do uso de recursos naturais.
- 7** Escolha uma comunidade e analise como ela lida com mudanças ambientais que afetam a disponibilidade de plantas úteis. Quais estratégias de resiliência são adotadas?

- 8** Explique a importância da redundância utilitária para a resiliência dos sistemas socioecológicos. Como a diversidade de plantas contribui para essa redundância?
- 9** Crie um diagrama que mostre a relação entre espécies de plantas, suas funções e a redundância dentro de um sistema socioecológico.
- 10** Discuta a hipótese da aparência ecológica e como ela pode ser usada para prever o uso de plantas em diferentes ambientes. Forneça exemplos do livro.
- 11** Explique como fatores biológicos e culturais interagem para influenciar o uso de plantas alimentícias e medicinais. Utilize exemplos do livro para ilustrar sua resposta.
- 12** Pesquise uma planta alimentícia ou medicinal específica. Descreva suas propriedades biológicas e culturais e como essas propriedades influenciam seu uso.
- 13** Discuta a evolução do uso de plantas alucinógenas em diferentes culturas. Quais pressões seletivas podem ter influenciado a seleção e o uso dessas plantas?
- 14** Crie um estudo comparativo sobre o uso de alucinógenos em duas culturas diferentes. Analise as semelhanças e diferenças em seus usos e significados culturais.
- 15** Defina os seguintes termos com suas próprias palavras:
- Etnobiologia Evolutiva
 - Teoria da Construção de Nicho
 - Redundância Utilitária
 - Transmissão Cultural
- 16** Imagine uma comunidade tradicional que utiliza uma variedade de plantas para fins medicinais. Explique como a teoria da construção de nicho poderia ser aplicada para entender as práticas dessa comunidade.

17 Descreva um exemplo real ou hipotético de adaptação cultural em resposta a mudanças ambientais. Como a evolução cultural e a biológica interagem nesse caso?

18 Selecione um artigo científico relacionado à etnobiologia. Resuma o objetivo principal do estudo e os métodos utilizados. Critique o artigo selecionado, considerando os seguintes pontos:

- A clareza dos objetivos e hipóteses.
- A adequação dos métodos utilizados para responder às perguntas de pesquisa.
- A interpretação dos resultados e sua relação com a teoria da construção de nicho ou outros conceitos da etnobiologia evolutiva.

19 Organize um debate sobre a seguinte afirmação “As práticas tradicionais de manejo de recursos naturais sempre resultam em uma maior resiliência dos ecossistemas.” Utilize conceitos do livro para apoiar ou refutar a afirmação.

20 Em pequenos grupos, discuta como as mudanças climáticas podem afetar a disponibilidade e o uso de plantas medicinais em diferentes culturas. Quais estratégias poderiam ser adotadas para mitigar esses efeitos?

21 Crie um infográfico que explique o conceito de “Etnobiologia Evolutiva” e suas principais teorias e conceitos (por exemplo, Teoria da Construção de Nicho, Redundância Utilitária etc.). Inclua exemplos práticos e ilustrações para tornar o infográfico visualmente atraente e informativo.

22 Escreva uma reflexão sobre como o estudo da etnobiologia evolutiva pode contribuir para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável.

23 Explique o conceito de “Etnobiologia Evolutiva” e como ele se diferencia da etnobiologia tradicional.

- 24** Defina “Mecanismos Psicológicos Evoluídos” e forneça dois exemplos citados no texto.
- 25** Qual é a importância do conceito de “Ambiente de Adaptação Evolutiva (AAE)” para a Psicologia Evolucionista?
- 26** Descreva a hipótese da “Savana” e discuta como ela é sustentada ou contestada pelas evidências apresentadas no capítulo.
- 27** Discuta a relevância da teoria da “Construção de Nicho” na compreensão das interações humanas com o ambiente.
- 28** Avalie a contribuição da Psicologia Evolucionista para os estudos ambientais contemporâneos.
- 29** Dê um exemplo de como os “Mecanismos Psicológicos Evoluídos” podem influenciar as preferências humanas por paisagens naturais.
- 30** Como o conceito de “Memória Adaptativa” pode ser utilizado para entender a retenção de informações sobre plantas medicinais em diferentes culturas?
- 31** Contraste as abordagens da “Hipótese da Savana” e da “Hipótese da Biofilia” no que se refere às preferências paisagísticas dos seres humanos.
- 32** Relate como o princípio da “Regularidade” influencia a estrutura e o comportamento da “Mente Naturalista”.
- 33** Em grupo, discuta as implicações da “Hipótese da Tragédia dos Comuns” para a gestão sustentável dos recursos naturais.
- 34** Explique a relação entre “Memória Adaptativa” e “Atração Cultural” e como esses conceitos podem ser aplicados em estudos de Etnobiologia Evolutiva.

Glossário

Adaptação - Processo pelo qual um organismo se torna ajustado ao seu ambiente para sobreviver e se reproduzir.

Alcaloides - Compostos orgânicos nitrogenados encontrados em plantas, que possuem diversas atividades farmacológicas, incluindo efeitos medicinais e alucinógenos.

Ambiente de Adaptação Evolutiva (AAE) - Contexto ambiental que moldou os genótipos atuais de um organismo, influenciando a seleção de traços mentais e comportamentais.

Antropogênico - Resultante da atividade humana, especialmente em relação ao impacto ambiental.

Aparência - Relativo à hipótese que sugere que plantas mais visíveis e abundantes são mais utilizadas pelas populações humanas devido à sua maior facilidade de localização e coleta.

Atração Cultural - Mecanismos pelos quais certas informações ou comportamentos são mais facilmente retidos e transmitidos culturalmente.

Biofilia - Relativo à hipótese que sugere uma predisposição emocional e afetiva inata dos seres humanos para com seres vivos e processos naturais.

Bioprospecção - Exploração de recursos biológicos com o objetivo de encontrar substâncias novas que possam ser utilizadas em produtos farmacêuticos, agrícolas ou industriais.

Biodiversidade - Variedade de vida em todas as suas formas, níveis e combinações, incluindo ecossistemas, espécies e genes.

Braquiação - Método de mobilidade que depende da estrutura específica do ombro para se pendurar em galhos de árvores e balançar com os braços em círculos completos, utilizado por homínídeos e crianças.

Cadeia Produtiva - Sequência de processos produtivos que vão desde a obtenção da matéria-prima até a distribuição do produto.

Cognição - Processos mentais envolvidos na aquisição de conhecimento e compreensão, incluindo percepção, raciocínio, julgamento e memória.

Compostos secundários - Substâncias químicas produzidas pelas plantas que não são essenciais para o crescimento e desenvolvimento, mas que podem ter funções defensivas ou ecológicas importantes.

Construção de Nicho - Processo em que os organismos, através de suas atividades e decisões, modificam seus próprios ambientes e os dos outros, influenciando pressões seletivas.

Convergência - Relativo ao processo pelo qual comunidades diferentes chegam a comportamentos ou usos de plantas semelhantes de maneira independente, influenciadas por fatores ambientais ou evolutivos similares.

Cultura - Conjunto de conhecimentos, crenças, artes, moral, leis, costumes e quaisquer outras capacidades e hábitos adquiridos pelos seres humanos como membros da sociedade.

Difusão - Processo de transmissão de informações e conhecimentos entre pessoas de um mesmo grupo ou de diferentes grupos humanos, resultando na formação de padrões de uso de recursos biológicos.

Diversidade Cultural - Variedade de culturas e práticas culturais existentes dentro de uma determinada sociedade ou entre sociedades diferentes.

Ecologia biocultural - Abordagem que integra a dimensão humana na ecologia tradicional, considerando as interações entre culturas humanas e seus ambientes naturais.

Ecossistema - Sistema biológico constituído por uma comunidade de organismos e seu ambiente físico, interagindo como uma unidade.

Etnobiologia - Estudo das interações entre seres humanos e a biota.

Etnobiologia Evolutiva (EE) - Ramo da etnobiologia que estuda os padrões de conhecimento e comportamento humanos em suas interações com a biota, a partir de cenários ecológicos e evolutivos.

Etnobotânica - Ramo da etnobiologia que estuda as relações entre as pessoas e as plantas, incluindo usos medicinais, alimentares e simbólicos.

Etnofarmacologia - Estudo das propriedades medicinais de plantas e outros recursos naturais utilizados tradicionalmente por diferentes culturas.

Evolução Cultural - Mudanças nos traços culturais de uma população ao longo do tempo, influenciadas por processos de transmissão cultural e seleção.

Farmacopeia local - Repertório de produtos usados para o cuidado com a saúde por uma população, abrangendo recursos animais, vegetais e minerais.

Forrageamento Ótimo - Relativo à teoria ecológica que descreve como os animais se comportam ao procurar alimentos para maximizar o ganho energético com o mínimo de esforço.

Genes-cultura-ambiente - Complexo de influências genéticas, culturais e ambientais que moldam os comportamentos dos seres humanos.

Hibridização Cultural - Processo pelo qual diferentes culturas se influenciam e se integram, resultando em novas práticas culturais e conhecimentos.

Mecanismos Psicológicos Evoluídos - Especializações mentais desenvolvidas através da seleção natural para resolver problemas em paleoambientes.

Memória Adaptativa - Capacidade da mente humana de lembrar informações relevantes para a sobrevivência, moldada por pressões evolutivas.

Mente Naturalista - Componente da mente humana resultante das pressões seletivas do ambiente, influenciando a interação com elementos naturais.

Multirregionalismo Africano - Hipótese que sugere que a evolução dos humanos ocorreu de forma independente em diferentes regiões da África, resultando em subestruturas morfológicas variadas.

Padrões de uso - Tendências recorrentes no uso de plantas por diferentes populações humanas, que podem ser gerados por difusão ou convergência.

Plantas enteógenas - Plantas que contêm substâncias psicoativas usadas em contextos religiosos, xamânicos ou espirituais para mediar a comunicação com deuses ou espíritos.

Plantas medicinais - Plantas utilizadas para tratar doenças ou promover a saúde, baseadas em suas propriedades químicas ou farmacológicas.

Polimorfismo Genético - Variação na sequência de DNA entre indivíduos de uma mesma espécie, que pode resultar em diferentes características fenotípicas.

Pressão Seletiva - Forças ambientais que favorecem certos traços ou comportamentos em detrimento de outros, influenciando a evolução de uma espécie.

Psicologia Evolucionista (PE) - Campo de estudo que investiga como a evolução moldou a mente humana e o comportamento, focando nos mecanismos psicológicos adaptativos.

Redundância Utilitária - Conceito que sugere que a presença de várias espécies com funções similares em um ecossistema pode aumentar a resiliência desse sistema a distúrbios.

Reflexo de Preensão Palmar - Reação primitiva que permite ao recém-nascido exercer uma forte pressão com as mãos, uma adaptação dos primatas para segurar a pele da mãe enquanto se movia pelas árvores.

Resiliência - Capacidade de um ecossistema ou sistema social de absorver distúrbios e ainda manter suas funções essenciais.

Teoria da Construção de Nicho - Teoria que propõe que os organismos não apenas se adaptam ao seu ambiente, mas também modificam o ambiente de maneiras que influenciam sua própria evolução e a de outras espécies.

Teoria da Transição Demográfica - Modelo que descreve a transição de altas taxas de natalidade e mortalidade para baixas taxas de natalidade e mortalidade conforme uma sociedade se desenvolve economicamente.

Tragédia dos Comuns - Situação em que indivíduos, agindo de acordo com seus próprios interesses, esgotam um recurso comum, levando à degradação do recurso para todos.

Transmissão Cultural - Processo pelo qual o conhecimento, as habilidades, as atitudes e os valores são passados de uma geração para outra dentro de uma cultura.

Sobre os autores

Ana Haydeé Ladio - Doutora em Biologia, Laboratório Ecotono, Universidade Nacional Del Comahue, Argentina.

André Luiz Borba do Nascimento - Doutor em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Andrea Pieroni - Professor da Universidade de Ciências Gastronômicas, Itália.

Fábio José Vieira - Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente, professor da Universidade Estadual do Piauí.

Flávia Rosa Santoro - Doutora em Etnobiologia e Conservação da Natureza pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e pesquisadora associada ao Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos da Universidade Federal de Pernambuco.

Gustavo Taboada Soldati - Doutor em Botânica e professor do Departamento de Botânica da Universidade federal de Juiz de Fora.

Joabe Gomes de Melo - Doutor em Biotecnologia e professor do Instituto Federal de Alagoas.

Joelson Moreno Brito de Moura - Doutor em Etnobiologia e Conservação da Natureza pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

José Ribamar de Sousa Júnior - Doutor em Etnobiologia e Conservação da Natureza pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Laboratório de Etnobiologia e Conservação, Universidade Federal do Piauí.

Letícia Zenóbia Oliveira Campos - Doutora em Botânica, professora da Universidade Federal do Oeste da Bahia.

Marcelo Alves Ramos - Doutor em Botânica, professor da Universidade de Pernambuco.

Margarita Paloma Cruz - Pesquisadora associada ao Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos da Universidade Federal de Pernambuco

Patrícia Muniz de Medeiros - Doutora em Botânica, professora da Universidade Federal de Alagoas.

Rayane Karoline Silva dos Santos - Doutoranda em Etnobiologia e Conservação da Natureza pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Risoneide Henriques da Silva - Doutora em Etnobiologia e Conservação da Natureza pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Taline Cristina da Silva – Professora da Universidade Estadual de Alagoas. Doutora em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Ulysses Paulino de Albuquerque – Professor Titular do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco. Coordenador do Laboratório de Ecologia e Evolução dos Sistemas Socioecológicos (LEA).

Washington Soares Ferreira Júnior - Professor do Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade de Pernambuco. Coordenador do Laboratório de Investigações Bioculturais do Semiárido (LIB).

Wendy Marisol Torres-Avilez - Programa de Investigación aplicada a la Medicina Popular del Caribe (TRAMIL), Yucatán, México.

Outras obras de interesse



DESCOBRINDO OS SEGREDOS DA NATUREZA: UMA INTRODUÇÃO À ETNOBIOLOGIA

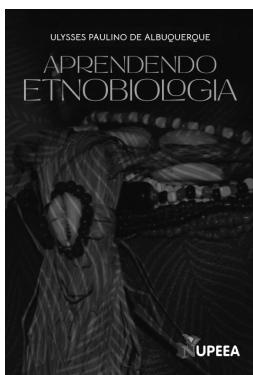
Ulysses Paulino de Albuquerque *et al.*

ISBN 978-85-7917-601-2

84 páginas

1ª edição - 2023

Disponível em: <https://canal6.com.br/livreacesso/livro/descobrimdo-os-segredos-da-natureza-uma-introducao-a-etnobiologia/>



APRENDENDO ETNOBIOLOGIA

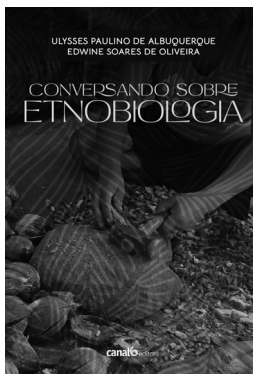
Ulysses Paulino de Albuquerque

ISBN 978-85-7917-577-0

202 páginas

1ª edição - 2022

Disponível em: <https://canal6.com.br/livreacesso/livro/aprendendo-etnobiologia/>



CONVERSANDO SOBRE ETNOBIOLOGIA

Ulysses Paulino de Albuquerque

Edwine Soares de Oliveira

ISBN 978-85-7917-657-9

DOI 10.52050/9788579176579

158 páginas

1ª edição - 2024

Disponível em: <https://canal6.com.br/livreacesso/livro/conversando-sobre-etnobiologia/>

Sobre o livro

Formato 15,5 x 23 cm

Tipologia Minion Pro (texto)
Univers LT (títulos)

Projeto Gráfico Canal 6 Editora
www.canal6editora.com.br

Capa e Diagramação Erika Woelke

Ilustração da capa Gerada por IA via Adobe Firefly

A etnobiologia evolutiva é um ramo da etnobiologia que investiga como os padrões comportamentais e a experiência humana com os recursos biológicos se desenvolveram ao longo da história evolutiva. Este campo analisa tanto os aspectos históricos quanto os contemporâneos que influenciam esses comportamentos, nos níveis individual e social, integrando perspectivas da ecologia e da evolução para compreender a relação da espécie humana com outros seres vivos.

Na etnobiologia evolutiva, considera-se que a evolução cultural e biológica ocorre simultaneamente e que os sistemas socioecológicos, que integram ambos os aspectos, evoluem de maneira complexa e interdependente. Este livro apresenta os fundamentos básicos e avançados deste campo, tornando-se um recurso indispensável para cursos de graduação e pós-graduação. Os diferentes capítulos foram escritos por cientistas que há anos trabalham para a consolidação e avanço da etnobiologia evolutiva, proporcionando uma visão abrangente e detalhada da disciplina.

canal6 editora

ISBN 978-85-7917-663-0



9 78 85 79 17 66 3 0