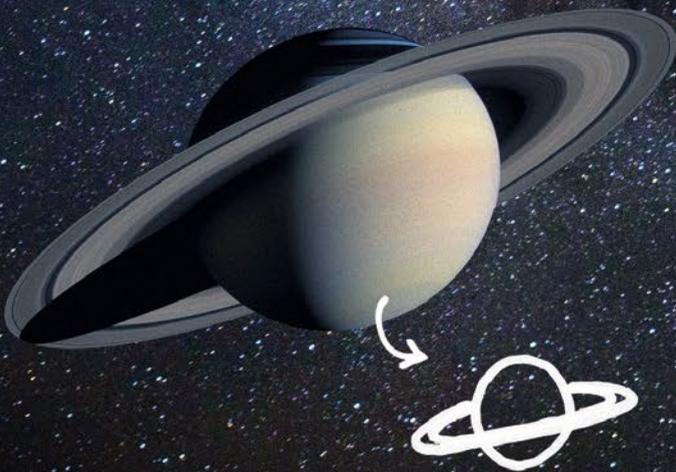




INSPIRA CIÊNCIA

PROGRAMA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

VOLUME 2



$$F = G \cdot \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$



INSPIRA CIÊNCIA

PROGRAMA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

VOLUME 2

Patrocínio

Concepção e Realização



Museu do Amanhã



INSTITUTO DE
DESENVOLVIMENTO
E GESTÃO



SECRETARIA ESPECIAL DA
CULTURA

MINISTÉRIO DA
CIDADANIA



SUMÁRIO

palavras iniciais

Professores, a nossa ponte para o Amanhã . 5

Carlos Henrique Oliveira - Diretor Executivo do Museu do Amanhã | IDG - Instituto de Desenvolvimento e Gestão
Martin Dowle - Diretor do British Council Brasil
IBM - Patrocinadora do Inspira Ciência

o programa

Fortalecendo o ecossistema da educação . 10

Alfredo Tolmasquim - Diretor de Desenvolvimento Científico do Museu do Amanhã
Luis Felipe Serrao - Gerente Sênior de Educação Básica do British Council Brasil
Davi Bonela - Analista Sênior de Desenvolvimento Científico do Museu do Amanhã

capítulo 1

Universo e Sistema Solar

O que sabemos sobre o Universo . 24

Alexandre Cherman - Fundação Planetário do Rio de Janeiro

Um Sistema Solar para chamar de seu . 28

Eduardo Penteadado - União Astronômica Internacional

A química do Universo . 34

Aline Soares Magalhães, Geysa Baptista Serva, Luciano de Souza Batista, Marconny Gerhardt da Rocha, Paulo Alexandre Braga Affonso da Costa e Sílvia Rocha da Costa

capítulo 2

Terra e Biosfera

Terra: da origem ao Antropoceno . 40

Hermínio Ismael - UERJ

A origem da vida . 44

Alexander W. A. Kellner - UFRJ

A diversidade dos seres vivos e a previsibilidade em biologia . 49

Claudia A. M. Russo - UFRJ

A Terra na palma das mãos . 54

Nathalia Winkelmann Roitberg e Diogenes de Almeida Campos, Museu de Ciências da Terra

Investigando a evolução . 58

Carlos Alexandre Carvalho dos Santos, Daisy Braz Velludo, Érica Gaspar Yaakoub, Joice Esteves e Lucas da Silva Torres

capítulo 3

Humanidade e cultura

Volta ao lar? Breve história da relação ser humano-natureza . 70

Fabio Rubio Scarano - UFRJ

Um mergulho na história da Baía de Guanabara . 74

Rodolfo Paranhos e Carolina Belo - UFRJ

Faça você mesmo o seu microscópio . 80

Filipe Oliveira - Conector Ciência

Descobrimdo o azul do verde e amarelo . 86

Alessandra Cristina Netto, Ana Claudia Pinto, Carla Candido, Giselle Deveza de Andrade, Ian dos Santos Nogueira, Lúcia Sanches e Nadjara de Medeiros Corrêa

capítulo 4

Repensando o ensino e a aprendizagem

Aprendizagem profunda . 96

Maria do Carmo Xavier - British Council Brasil

Ensino por investigação e aprendizagem colaborativa em aulas de ciências . 100

Claudia Vargas Vilar - Colégio Pedro II

Faça ciência como uma garota . 106

Ana Carolina da Hora - Computação da Hora

IDG | Museu do Amanhã; British Council.

Inspira Ciência: Programa de formação de professores da Educação Básica. Vol. 2. Rio de Janeiro: IDG | Museu do Amanhã, 2020. 112 p. : il.

ISBN: 978-85-93393-14-3

1. Ensino de ciências. 2. Educação científica. 3. Formação de professores. I. IDG | Museu do Amanhã. II. British Council. III. IBM. IV. Título.

do e se adaptado em ambientes desprovidos de O₂. Apesar de a produção do oxigênio nos oceanos ter começado há pelo menos 3,5 bilhões de anos, demorou muito para que esse gás se acumulasse na atmosfera. Isso, pelo fato de que havia muito ferro disponível no ambiente terrestre sendo carregado para os oceanos. Na presença do oxigênio, esse ferro oxidou e se depositou na forma de minério de ferro bandado (*banded iron formation* - BIFS). À medida em que o ferro já não mais existia em abundância para neutralizar o oxigênio, este passou a se acumular na atmosfera, o que aconteceu a partir de 1,8 bilhão de anos. E nova revolução na vida do planeta se instaurou: o surgimento da respiração celular.

A respiração celular foi desenvolvida por algumas bactérias, que passaram a utilizar o oxigênio para oxidar dentro da célula compostos orgânicos, liberando energia e produzindo ATP. O mais interessante: a eficiência desse processo é da ordem de 20 vezes superior à da fermentação. Novamente o processo de seleção entra em cena, onde formas de vida que melhor podiam utilizar o O₂ passaram a ser dominantes.

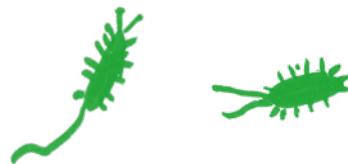
A partir daí, a evolução da vida foi um “pulo”. Dos organismos procariontes surgiram os eucariontes e a diversificação da vida se tornou abundante, com o surgimento de seres cada vez mais complexos.

Evidências no registro fóssil

Como se pode imaginar, as evidências diretas das primeiras formas de vida não são fáceis de ser obtidas. O registro fóssil mais antigo de microrganismos é atribuído ao domínio Archaea. Esses microrganismos supostamente possuíam o seu metabolismo baseado em enxofre, e são procedentes de rochas com aproximadamente 3,4 bilhões de anos situadas no Oeste da Austrália [Strelley Pool Formation]. Também desse país provêm as evidências dos procariontes fotossintetizantes mais anti-

gos, com aproximadamente 3,46 bilhões de anos [Grupo Warrawoona]. São rochas (biocstruções) chamadas de estromatólitos que foram produzidas por cianobactérias. Essas estruturas podem ser encontradas ainda hoje em dia em Shark Bay, também na Austrália, por exemplo. Outros achados de microrganismos antigos são encontrados em várias partes do mundo como Canadá [Gunflint Chert, 2 bilhões de anos] e Escócia [Formação Cailleach Head, 1 bilhão de anos]. Os fósseis de eucariontes mais antigos são provenientes da Rússia [Formação Martinsburg, 1,9-1,6 bilhão de anos]. Já a evidência de organismos multicelulares vem de rochas com 1,3 bilhão de anos dos Estados Unidos, China e Índia.

Mas ainda existe muito a ser descoberto sobre a origem da vida e a evolução. Com a integração de dados da astrobiologia, da biologia molecular, da biofísica, da bioquímica, da geoquímica, da geologia, da oceanografia e da paleontologia, certamente chegaremos mais perto da resposta dessa que é uma das mais interessantes ou até mesmo perturbadoras questões que intrigam a humanidade – o surgimento da vida.



artigo

A DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS E A PREVISIBILIDADE EM BIOLOGIA

POR CLAUDIA A. M. RUSSO

Bióloga, professora titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro

“As coisas são diferentes, isso torna a ciência necessária. As coisas são semelhantes, isso torna a ciência possível.”

Lewontin & Levins

Vamos iniciar analisando essa frase e sua relação com a diversidade biológica. Você já parou para pensar sobre como as espécies são diferentes e semelhantes ao mesmo tempo? Explico melhor. Não existem duas espécies idênticas, nem duas espécies totalmente diferentes. Aliás, mesmo se pensarmos em indivíduos de uma mesma espécie, mesmo comparando gêmeos idênticos, sempre terão diferenças entre eles. Porém, é o fato de que existem características compartilhadas entre as espécies que torna a biologia uma ciência possível. Por exemplo, estudando a coluna vertebral de uma espécie de vertebrado você também saberá um pouco mais sobre todos os outros vertebrados.

Imagine que está tendo uma infestação de baratas na sua casa. O que você pode fazer sobre isso? Bom, você iria ao supermercado, na seção de inseticidas, comprando o mais potente contra baratas. Chegaria em casa e, sem hesitação, usaria nas baratas da sua casa. Você verifica que funcionou e a infestação acabou. Mas como? Como o fabricante sabia que esse líquido iria matar a barata da sua casa, se nunca foi testado nela? Isso está relacionado com o compartilhamento de características, que tem como consequência a previsibilidade da biologia. Vamos refletir um pouco mais.

Explicar o motivo de dois humanos serem muito semelhantes e compartilharem muitas características, é simples. Somos parte da mesma espécie e, por isso, misturamos nossas características na reprodução. Se uma mulher tem nariz para cima e seu marido tem lábios grossos, seus filhos

terão uma mistura de suas características. Assim, a reprodução explica o compartilhamento de características dentro de uma espécie. Entretanto, explicar como duas, que não se reproduzem, compartilham características, é bem mais complicado. Por exemplo, como explicar que leões, cachorros, baleias e lebres apresentam coluna vertebral, coração em quatro câmaras e glândulas mamárias?

Claramente, existe uma gradação, ou seja, algumas espécies compartilham mais características, como os mamíferos, como o gorila e a onça, que compartilham pelos e glândulas mamárias (e coluna vertebral, mitocôndrias, célula eucariótica...). Agora, será que existe um padrão geral no compartilhamento das características entre os seres vivos?

Deve existir, pois se o compartilhamento de características entre espécies fosse perfeitamente aleatório, seria impossível estudar biologia. Seria impossível termos um inseticida que mata baratas para as quais ele nunca foi testado. Se fosse perfeitamente aleatório,

teríamos que estudar cada detalhe de cada indivíduo para sabermos qualquer coisa sobre esse indivíduo. A previsibilidade em biologia, neste caso, seria nula.

A onça compartilha características com o gorila, mas se compararmos a onça com o guepardo esse número de características compartilhadas aumenta muito. A onça e o guepardo compartilham, por exemplo, a habilidade de retrair as garras e expô-las quando necessário. Essa, aliás, é uma característica que todos os gatos, membros da Família Felidae, têm em comum. Isso permite que tais garras sejam muito mais afiadas do que as de um cachorro, por exemplo, que não retrai suas garras. Essa é uma das razões pelas quais esses felinos são caçadores excepcionais.

Como a onça e o guepardo, o gorila compartilha muito mais características com o chimpanzé do que com os felinos. Entre as características que esses primatas compartilham estão o dedão opositor do pé e da mão. Essa é uma característica vantajosa para as espécies que vivem em árvores, como os grandes macacos. A maior parte dos primatas é de mamíferos arborícolas. Então é natural que eles tenham características associadas a esse hábito.

Figura 2: A onça (*Panthera onca*) e o guepardo (*Acinonyx jubatus*) compartilham mais características do que a onça compartilha com o gorila. Nessas duas fotos conseguimos, se olharmos com cuidado, perceber as garras dos felinos, que é uma característica exclusiva deles.

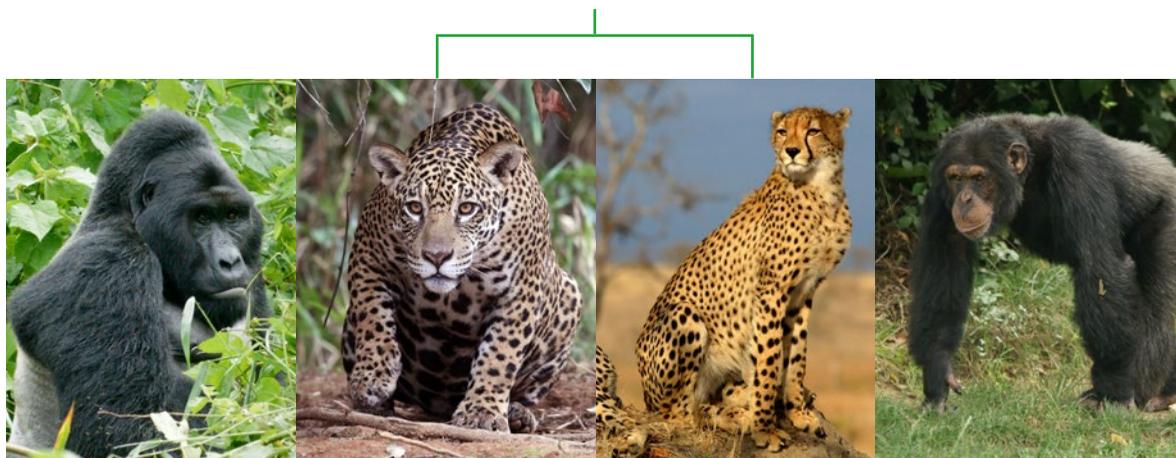


Figura 1: O gorila (*Gorilla gorilla*) e a onça (*Panthera onca*) são duas espécies diferentes que compartilham uma série de características, comuns aos mamíferos, como as glândulas mamárias e os pelos. Nestas fotos, percebemos os pelos, características comuns aos mamíferos.

Figura 3: O gorila (*Gorilla gorilla*) e o chimpanzé (*Pan troglodytes*) também compartilham mais características do que o gorila compartilha com a onça. Um exemplo é o dedão opositor tanto dos pés como das mãos.

Porcentagem de características compartilhadas

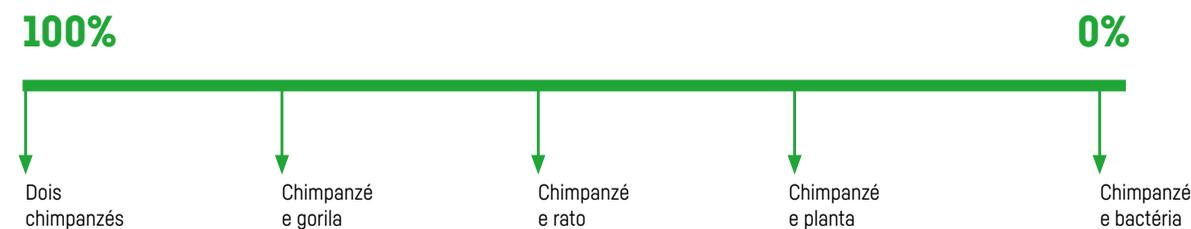


Figura 4. As características compartilhadas entre dois indivíduos podem ser alinhadas em uma escala, desde os que são praticamente idênticos até os muito diferentes, como o chimpanzé e uma bactéria.

Entretanto, como explicar o fato de que essas mesmas duas espécies de primatas tenham também características em comum com espécies com hábitos bem diferentes? Um exemplo seriam as glândulas mamárias compartilhadas com baleias ou a mitocôndria, com as plantas.

As diferenças e as semelhanças entre duas espécies podem ser colocadas em uma escala que mede essas diferenças e semelhanças entre elas (100% de compartilhamento a – quase – 0% de compartilhamento). Onde o par de espécies se encontra nessa escala está associado ao tempo desde o ancestral em comum entre as duas espécies do par. Nesse caso, após o ancestral comum, elas deixaram de se reproduzir e se tornaram duas espécies diferentes. Assim, quando duas espécies apresentam uma porcentagem alta de compartilhamento, como o gorila e o chimpanzé, significa que o ancestral comum é recente. Isso significa que até pouco tempo elas eram uma única espécie. Nesse caso, o ancestral comum viveu há 10 milhões de anos. Repare que esse ancestral comum não era nem chimpanzé nem gorila, mas, provavelmente, tinha características dessas duas espécies.

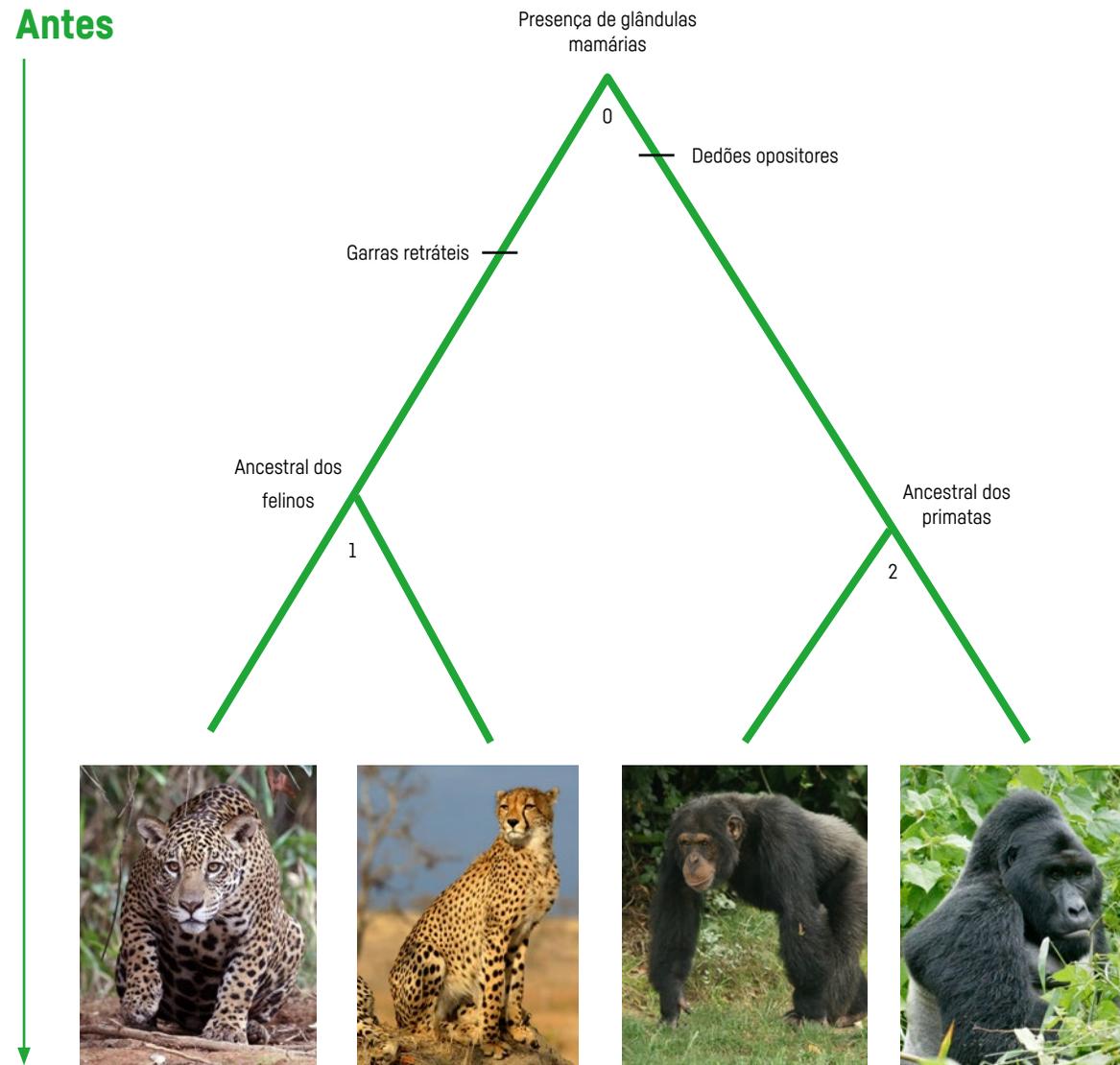
Esse processo, no qual uma espécie ancestral dá origem a duas espécies descendentes, é chamado de especiação. Ele é um processo comum e é o responsável pelo aparecimento de características novas exclusivas das linhagens. De uma maneira mais formal, nos

referimos a esse isolamento de linhagens como especiação que é a formação de duas espécies descendentes a partir de uma espécie ancestral. Os nós de uma árvore filogenética marcam os eventos de especiação, gerando as espécies descendentes.

A partir do isolamento geográfico, duas populações inicialmente idênticas passam a acumular características exclusivas de cada uma. Como existe o isolamento, elas não conseguem mais se cruzar nem misturar suas características. Desta forma, naturalmente, as duas iniciam o processo de diferenciação aos poucos. Ao fim de muitas gerações, elas acabam acumulando tantas diferenças que não conseguem mais se cruzar. A partir da especiação da população ancestral, as diferenças vão se acumulando nas populações que irão se transformar em duas espécies diferentes. Por isso, o número de características compartilhadas é inversamente proporcional ao tempo desde esse ancestral comum entre as espécies.

A sistemática filogenética associa os nomes taxonômicos a uma árvore filogenética, como mostra a figura na próxima página. Se isso acontecer, significa que grupos taxonômicos já foram uma espécie (ancestral) um dia (antes da especiação). Só grupos de uma árvore filogenética têm essa propriedade. Isso significa que, naquele momento em que eram ainda a espécie ancestral, eles estavam compartilhando todas as suas características. A sistemática filogenética é a única forma natural de classificar organismos, pois grupos de árvore filogenética já foram uma espécie um dia. Por isso, membros do grupo compartilham hoje características que conhecemos e que ainda vamos descobrir que eles compartilham. É a única classificação na qual os nomes taxonômicos estão associados à previsibilidade das características.

Antes



Hoje

Figura 5: Uma árvore filogenética retrata eventos de especiação que acontecem ao longo da evolução. A onça e o guepardo compartilham todas as características que os mamíferos compartilham e mais algumas só deles, como as garras retráteis. Da mesma forma, o chimpanzé e o gorila também compartilham dedões opositores.

Referências

Gorila: Por Postdlf, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11061305> Onça: Por Charles J Sharp - Obra do próprio, from Sharp Photography, sharpphotography, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44247651>
 Guepardo: Por James Temple - <https://www.flickr.com/photos/jamestemple/312325101/>, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7823028>
 Filogenia: Mulher CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1889576>
 Chimpanzé By © Hans Hillewaert /, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16267899>
 Bonobo Por © Hans Hillewaert /, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16264708>
 Gorilla By Fiver Löcker from Wellington, New Zealand - Gorilla Tracking - 02, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8101455>
 Eulemur fulvus Por David Dennis - originally posted to Flickr as Brown Lemur in Andasibe, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9002868>

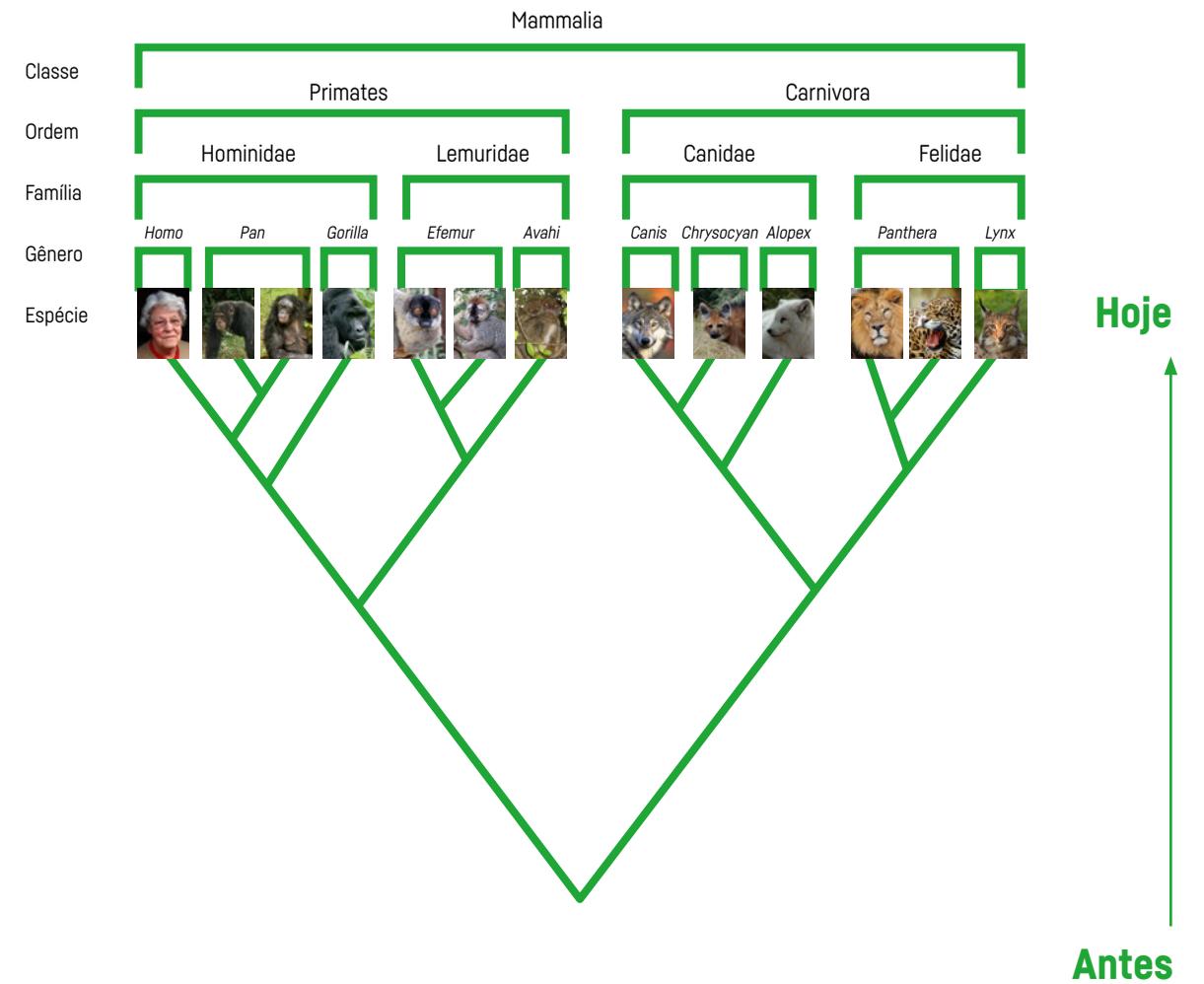


Figura 6: A única forma de classificação natural na Biologia é a sistemática filogenética.

Eulemur rufus Por Bernard Gagnon - Obra do próprio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3630320>
 Avahi laniger By Alex Dunkel [Visionholder] - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9920687>
 Panthera leo Por A.Savin [Wikimedia Commons · WikiPhotoSpace] - Obra do próprio, FAL, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45825652>
 Panthera onca Por Kairos14 - Obra do próprio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32889453>
 Lynx lynx Por Bernard Landgraf [User:Baerni] - Obra do próprio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=217822>
 Chrysocyon brachyurus Por Aguará - Obra do próprio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=40357029>
 Canis lupus Por Gary Kramer <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30605>
 Alopex lagopus CC BY-SA 2.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=444588>

**INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E GESTÃO
MUSEU DO AMANHÃ****Diretor Presidente:** Ricardo Piquet**Diretor Executivo:** Henrique Oliveira**Diretora de Operações:** Roberta Guimarães**Diretora de Desenvolvimento Institucional:** Maria Garibaldi**Diretora de Marketing e Novos Projetos:** Julianna Guimarães**Diretora de Captação de Recursos:** Renata Salles**Curador Geral:** Luiz Alberto Oliveira**Diretor de Desenvolvimento Científico:** Alfredo Tolmasquim**BRITISH COUNCIL****Diretor-Presidente:** Martin Dowle**Diretora de Educação:** Diana Daste**Gerente de Educação Básica:** Luis Felipe Serrao**Analista de Projetos de Educação:** Patrícia Santos**INSPIRA CIÊNCIA | 2ª e 3ª edições****Concepção e Realização:**

Museu do Amanhã | IDG – Instituto de Desenvolvimento e Gestão | British Council Brasil

Patrocínio:

IBM

Coordenação:

Alfredo Tolmasquim, diretor de Desenvolvimento Científico do Museu do Amanhã

Luis Felipe Serrao, gerente sênior de Educação Básica do British Council

Davi Bonela, analista sênior de Desenvolvimento Científico do Museu do Amanhã

Apoio:

Amanda Cristina Salomão Doria, educadora do Museu do Amanhã

Patrícia Santos, Analista de Educação e Inglês do British Council

Rodrigo Soares da Silva, Educador do Museu do Amanhã

Ruy Cotia, Auxiliar de Pesquisa de Público do Museu do Amanhã

Wellington Rodrigues, Assistente de Desenvolvimento de Públicos e Educação

Palestrantes:

Alexander Kellner | Museu Nacional

Alexandre Cherman | Fundação Planetário do Rio de Janeiro

Ana Carolina da Hora | Computação da Hora

Claudia Russo | Universidade Federal do Rio de Janeiro

Claudia Vargas | Colégio Pedro II

Eduardo Migueles | Museu do Amanhã

Eduardo Penteado | União Astronômica Internacional e Galileo Mobile

Fabio Scarano | Universidade Federal do Rio de Janeiro

Filipe Oliveira | Conector Ciência

Herminio Ismael | Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Luis Guilherme Haun | Fundação Planetário do Rio de Janeiro

Luiz Alberto Oliveira | Museu do Amanhã

Maria do Carmo Xavier | Programa Core Skills do British Council

Nathalia Winkelmann Roitberg | Museu de Ciências da Terra

Rodolfo Paranhos | Universidade Federal do Rio de Janeiro

PUBLICAÇÃO**Coordenação editorial:** Davi Bonela**Supervisão técnica:** Alfredo Tolmasquim e Joana Pires**Projeto gráfico:** Bad Samaritan**Ilustrações:** Juliana Montenegro**Revisão:** Táia Rocha**Fotos:** Albert Andrade e Guilherme Leporace**AGRADECEMOS AOS PARCEIROS DO MUSEU DO AMANHÃ****PATROCINADOR MÁSTER****CONCEPÇÃO****REALIZAÇÃO****MANTENEDOR****PATROCINADORES****PARCEIRO ESTRATÉGICO****GESTÃO****REALIZAÇÃO**

Patrocínio

Concepção e Realização



Museu do **Amanhã**



SECRETARIA ESPECIAL DA CULTURA

MINISTÉRIO DA CIDADANIA





Patrocínio

Concepção e Realização



Museu do Amanhã



INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E GESTÃO



SECRETARIA ESPECIAL DA CULTURA

MINISTÉRIO DA CIDADANIA



PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL