

Conceitos fundamentais da aula passada:

Essencialismo, Tipologismo e Fixismo

Homologia vs. não homologia (analogia/paralogia)

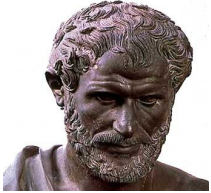
Seleção Natural: variabilidade, pressão seletiva e herança

Nova síntese e Sistemática Evolutiva (Gradismo)

Grupos monofiléticos, Zonas adaptativas e Grados

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática

Aristóteles – 384-322 A.C.



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Carolus Linnaeus
1707-1778



Buffon
1707-1788



Lamarck
1744 -1829



St-Hilair
1772 -1844



Cuvier
1769 -1832



Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

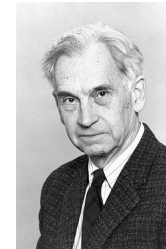
Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Ernest Mayr
1904 - 2005



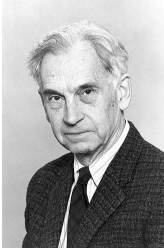
G.G. Simpson
1902 - 1984



Theodosius Dobzhansky
1900 -1975



Sistemática Evolutiva ou Taxonomia Evolutiva ou ainda Gradismo



Ernest Mayr
1904 - 2005

Simpson (1961) e Mayr (1969) aproximação dos estudos em Evolução, Genética e Paleontologia.



G.G. Simpson
1902 - 1984

Genealogia por si só não era suficiente para criar classificações (sistema de referência).

Sistemática deve incluir informações sobre: ancestrais, processos e graus de mudanças evolutivas além de genealogias.

Grado → nível evolutivo: requer o julgamento sobre a importância de determinados caracteres

Ponderação de informação → narrativa histórica proposta: subjetiva e autoritária

Filogenias → um dos elementos da classificação: uma filogenia pode gerar várias classificações



Theodosius Dobzhansky
1900 - 1975

“Even if we had perfect understanding of phylogeny, it would be possible to convert it into many different classifications.”

(Mayr, 1969)

Métodos empíricos e dedutivos

Ausência de métodos → ausência de replicação de resultados

Nova Síntese:

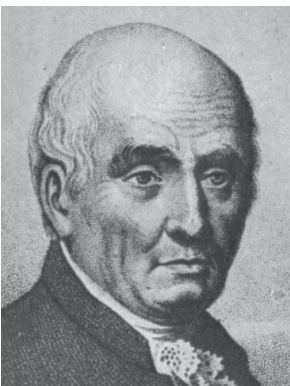
1. Prevalência de métodos dedutivos de classificação: princípios pré-estabelecidos

Alguns caracteres são considerados “taxonomicamente mais importantes” e essenciais para a classificação



Arthur J. Cain (1921-1999)

Cain (1956:146): *“nós podemos apenas proceder empiricamente, simplesmente encontrando os subconjuntos existentes e quais são seus atributos, e não deduzi-los de princípios conhecidos e axiomas”.*



Michael Adanson (1727-1806)

“La Física verdadera de las plantas es por lo tanto aquella que considera las relaciones de todas sus partes y cualidades, sin excepción de alguna; ella junta las plantas en familias naturales invariables, basadas en todas las relaciones posibles; facilita el estudio de la botánica al presentar el conocimiento desde el punto de vista más geral, sin limitarlo. Esta es la idea que debe tenerse del método natural; no hay otra y no puede haver otra, porque este método toma en consideración todos los aspectos en los cuales se puede poner atención.”

(Adanson, 1763:clv-civij – Familles de Plantes; em Papavero e Llorente-Bousquets [1994, vol. IV])

Métodos empíricos e dedutivos

CAMINALCULIDAE

Resultados do exercício 4 da Prática 1 (2014-DIU/NOT):

Caminalculidae	gêneros
Carolina Adriane Bento, Carolina Duarte Ribeiro	2
Arthur Peixoto Berselli, João Marcus Bacurau, Gabriel Alberti Rosatti	4
Amanda da Silva Araújo, Ana Serva, Gina Chabes	4
Jéssica, Sirlene Rodrigues & Aline Queiros (D)	4
Indianara S. Z. Rodrigues, Lucas H. Merloni, Miguel P.S. Almeida & Pedro H.L. Pereira (D)	4
Alice Celkevicius, Danielle Gurgel, Francine Dutra & Julia C. Juono (D)	4
Angela C. Sousa, Eduardo T. Tsuchida & Jônatas J. Florentino (N)	4
Juliana de Lemos, Rosangela Medeiros	5
Juliana Werneck, Maria Boratto, Mila Pamplona	5
Bruna Rodrigues Debastiani, Giovana Junglos	5
Andréa Grieco Nascimento, Beatriz Demasi Araújo, Guilherme Enrique Luisi Lopez, Rafael Shiraish	5
Amanda R. Chianamonte, Edgar B. Crispino & Aline M. Silva (N)	5
Gabriela Burattini, Joana Dias Ho & Paula Dias Ho (N)	5
Ana Fernanda Guimarães, Maiara Moreira Macario, Renata M. Zortea M. C. de Souza	6
Bruna Rodrigues Shintate	6
Leonardo Rossato Tavares, Lucas Henrique Pereira, Luis Vicente Pagamini Cavalaro	6
Fabio Kazuo & Rodrigo Ramirez (D)	6
Andre G.B. De Souza & Matheus A. de Macedo (D)	6
Luiza H. Ostrowski, Larissa L. Piconi & Lalissa S Zattar (N)	6
Livia Ortiz, Carolina Ansaldi & Matheus Colli (N)	6
Lucas Aquino Silva & Rafael B. de Medeiros (N)	6
José Augusto R. Manhani, Bárbara B.L. Silva & Henrique M. Bianchi (N)	6
Karla M. Vasconcelos, Diego P.N. Silva & Tatiana O.M.Sandberg (D)	7
Viviane C. Lima, Juliana Figueredo & Raphael B. Amemiya (N)	8
Rodrigo F. Silva & Rodrigo A. Leria (D)	9
Laís F. Oliveira, Isabela S. Silva & Mariana S. Fernandes (N)	9
Anderson A. da Silva, Lucas C. Camacho & Rafael B Yamashita (N)	9
Barbara Cordovani, Denise C.O. Ferreira & Mariana Tonon (N)	10

Observe a variação no número e composição de gêneros.

Métodos empíricos e dedutivos

DENDROGRAMACEA

Resultados do exercício 4 da Prática 1 (2014-DIU/NOT):

Dendrogrameaceae	espécies
Maria Fernanda Pistori, Larissa Aquino	5
Luiz Pimentel Mattos Neto, Vinicius Santos Rubiano	6
Beatriz Moraes Murer, Marina Rosalino Gomes	7
Felipe Cuzziol, Thiago Marchini	7
Anabelle Klovza, Nathalia Caldeira Dias, Rafael Augusto P. Furlan	8
Vanessa Rodrigues de Macedo, Elora Bianca A. Ometto	9
Gabriela Gomes Araújo, Donovan Humphrey Franco, J úlia Pongeluppi França	10
Marina Marins e Maria Caroline dos Santos	11
Diego de Moura Campos, Isabela Akemi Borges	11
Lídia Tasima, Michelle G. de Fernandes	12
Mariana Polesso Machado, Matheus Rodrigues Kuhl, Rosana Miki Kimura Cerion	14
Henrique Americano Lanhoso, Julian Gomez Maidana, Victor Sabinelli	18
Gabriel Nascimento Delicato, Jimmy Sadao Nikaido, Paulo Kioshi Yamashita	18
Nelly Araya, Laura Scisci	18
Rodrigo D. Pecoraro, Augusto Miyahara	18

Observe a variação no número e composição de espécies.

Métodos empíricos e dedutivos

CAMINALCULIDAE

Resultados do exercício 4 da Prática 1 (2013-DIU/NOT):

Caminalculidae	Classificação
Ana Femanda Guimarães et al.	([1,16],[24])([13,14],[28])([2,12],[22])(19,20)(3,4)(9)
Andre Souza & Matheus Macedo	([1,9,16,24])([13,14,28])([19,20])([2,3,4,12,22])(1,9,13,14,16,24,28)(2,3,4,12,19,20,22)
Bruna Rodrigues Shintate	([1,16],[2,4])(13,14,28)(19,20)(2,12,22)(3,4)(9)
Gabriela Burattini et al.	([1,16,24])([19])([2,3,4,9,12,13,14,22,28])(1,2,3,4,9,12,13,14,16,19,22,24,28)(20)
Karla M. Vasconcelos et al.	([13,14])([19,20])([28])([9])(1,16,24)(13,14,28)
Leonardo Rossato Tavares et al.	([1,16],[24])([13,14],[28])(19,20)(2,12,22)(3,4)(9)

Mesmo para aqueles que encontraram 6 gêneros não concordam na composição geral.

Problemas associados à ausência de métodos:

- 1. Inabilidade de avaliar objetivamente hipóteses.**
- 2. Prevalência de autoritarismo científico.**
- 3. Ausência de reprodutibilidade.**

Homologias vs. não homologias



Posterior a Darwin (1859), aqueles similaridades que indicam ancestral comum (homologias) tornaram-se mais importantes em classificação que aquelas similaridades que não decorrem de ancestrais comuns.



Lankester (1870a,b): conceito inicial de homologia

'Homogenia': similaridade decorrente de ancestrais comuns.

'Homoplasia': similaridade decorrente de função similar e causalidade.

Sir Edwin Ray Lankester
1847 — 1929

Nixon & Carpenter (2012): conceito mais recente de homologia

'Homologia': similaridade decorrente de ancestrais comuns.

'Homoplasia': similaridade não-homóloga.

Lankester, E.R., 1870a. On the use of the term homology in modern zoology, and the distinction between homogenetic and homoplastic agreements. *Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 4.* 6, 34–43.

Lankester, E.R., 1870b. On the use of the term "homology". *Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 4.* 6, 342.

Nixon & Carpenter 2012. On homology. *Cladistics* 28(2)160–169.

Similaridade e ancestralidade

Como fazer a distinção entre esses dois tipos de similaridades?



Arthur J. Cain (1921-1999)

Cain sugere que:

1. A questão não pode ser respondida com confiança.
2. Semelhanças gerais deveriam ser consideradas (como Adanson havia proposto inicialmente).

Cain & Harrison (1958:86, 96):

1. Estimativas da verdadeira afinidade no sentido filogenético são logicamente e posterior a afinidade por semelhança geral:

Similaridade → relações ancestrais

2. inclusão ou exclusão de caracteres uma vez que um padrão geral é observado ou na presença de dados auxiliares (e.g., idade geológica e distribuição geográfica, função ecológicas, genética e variações intra-específicas).

A profecia:

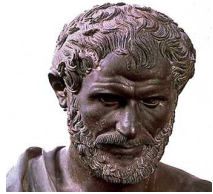
Cain (1959:241):

"Eu acho que nós estamos para ver uma considerável revisão em toda a teoria taxonômica, especialmente em relação à filogenia a classificações naturais, a clara separação do peso filogenético do reconhecimento da covariação de caracteres, e o desenvolvimento de métodos para fazer comparações, seja filogenético ou natural, mais precisos."

O nascimento da Fenética (Taxonomia numérica)

Snow Museum of Natural History, Lawrence, Kansas – Década de 50.

Aristóteles – 384-322 A.C.



Darwin
1809-1882



1859

Período essencialista

Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1936 - 1947

1960's

Fenética

1970's

Carolus Linnaeus
1707-1778



Buffon
1707-1788



Lamarck
1744 -1829



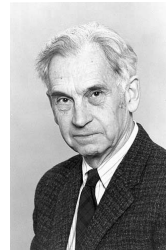
St-Hilair
1772 -1844



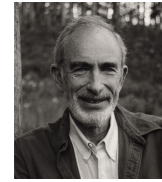
Cuvier
1769 -1832



Ernest Mayr
1904 - 2005



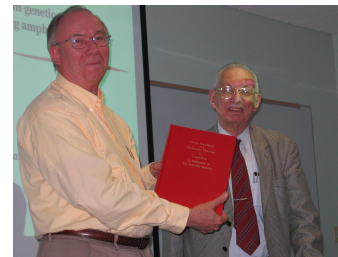
Paul Erlich



G.G. Simpson
1902 - 1984

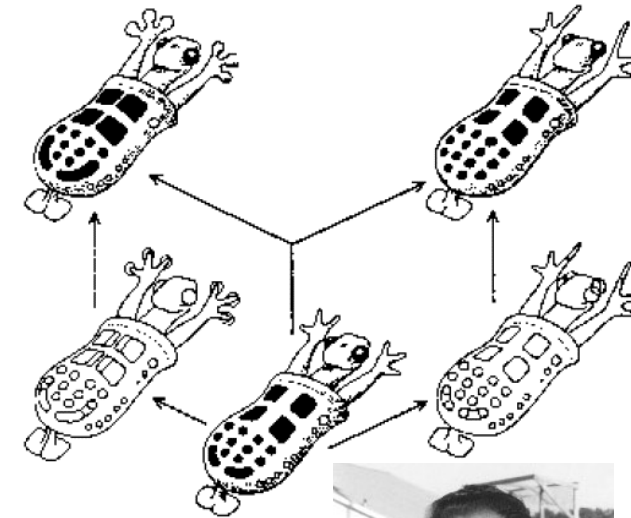


Theodosius Dobzhansky
1900 -1975



James Rohlf

R. Sokal
1926 -



O nascimento da Fenética

Robert Sokal – junta-se a Michener [entomologista] no SMNH em 1951.

Clyde Stroud, em Chicago, teria influenciado Sokal em aplicar técnicas quantitativas em fenômenos biológicos.

Sokal rejeita os métodos intuitivos em classificações taxonômicas. Para ele classificações deveriam ser elaboradas por métodos estatísticos explícitos.



Michener em 1956

An Application of Factor Analysis to the Systematics of *Kaloterme*s

CLYDE P. STROUD

MULTIPLE factor analysis, as developed chiefly by Thurstone (1931, 1945a), is a general method which can be adapted to a wide variety of problems. Like other forms of multivariate analysis it constitutes a method for the examination of complex sets of phenomena, expressed either in terms of experimental or nonexperimental data, in an attempt to account for most of the variance of the observed values in terms of a restricted number of underlying parameters, factors, or explanatory concepts. It is particularly useful as an exploratory method for the investigation of certain kinds of complex domains, especially where one or more of the following conditions prevails: (1) the underlying causes are unknown; (2) the underlying causes cannot be controlled; (3) the underlying causes are very numerous; (4) the basic question of the investigation tacitly forbids any alteration of the underlying causes.

This method stands in an intermediate position between two extremes of multivariate analysis. On the one hand the object of analysis may be maximum parsimony of description in terms of wholly arbitrary parameters, such as the principal axis method as developed by Hotelling and others. At the other extreme is the method of path coefficients as developed by Wright (1918, 1921, 1923, 1932, 1934), which permits a great deal of freedom in the introduction of hypotheses based on knowledge additional to that included in the table of correlations of the variables.

Multiple factor analysis differs from purely statistical methods in that it does not always involve the same set of assumptions as do the usual statistical

models, and in that there have not been developed, as yet, adequate methods of establishing degree of confidence in the findings obtained. Discoveries made by multiple factor analysis could be related to statements of reliability in either of two ways. In some cases findings could be subjected after discovery to more refined statistical techniques which can establish reliabilities. It is also possible that in many applications, assumptions basic to statistics could be made at the outset and appropriate sampling error criteria applied. It is hoped that a further relation of multiple factor analysis to statistics can be developed.

In favor of multiple factor analysis it must be said that it is a comparatively easy method of obtaining exploratory information of a semireliable nature about many kinds of complex phenomena. The addition of techniques to establish statements of reliability would doubtless greatly increase the work involved in an analysis. Whether they are to be applied directly with the factor analysis, applied afterwards to verify the results of the analysis, or not applied at all, is a judgment to be made in terms of the nature of the problem at hand. A characteristic of multiple factor analysis which makes it particularly useful for certain types of studies and less useful for other types is that it employs a standard set of simple assumptions in all applications, and derives its findings from the coefficients of correlation alone. Only in the interpretation of the findings are data extraneous to the correlations introduced.

Some facets of the central problem of systematic biology—which may be defined as the relation of organisms to each other—lend themselves remarkably well to

Sokal e Michener notam que a mesma classificação não poderia mostrar ordem de ramificações encontradas em uma árvore filogenética e grau de similaridade ao mesmo tempo. E estabelecem a ruptura entre padrões e processos em sistemática.

Paul Ehrlich (~1960) junta-se ao grupo e estabelece o conceito de **OTU** – Operational Taxonomic Units.

O nascimento da Fenética

A comunidade científica rejeita suas idéias pelos seguintes aspectos:

Uso de técnicas computacionais em taxonomia

Inexistência de pesos para caracteres “mais importantes”.

Paul Ehrlich (1961) faz as seguintes previsões:

Computadores seriam ferramentas fundamentais para taxônomos.

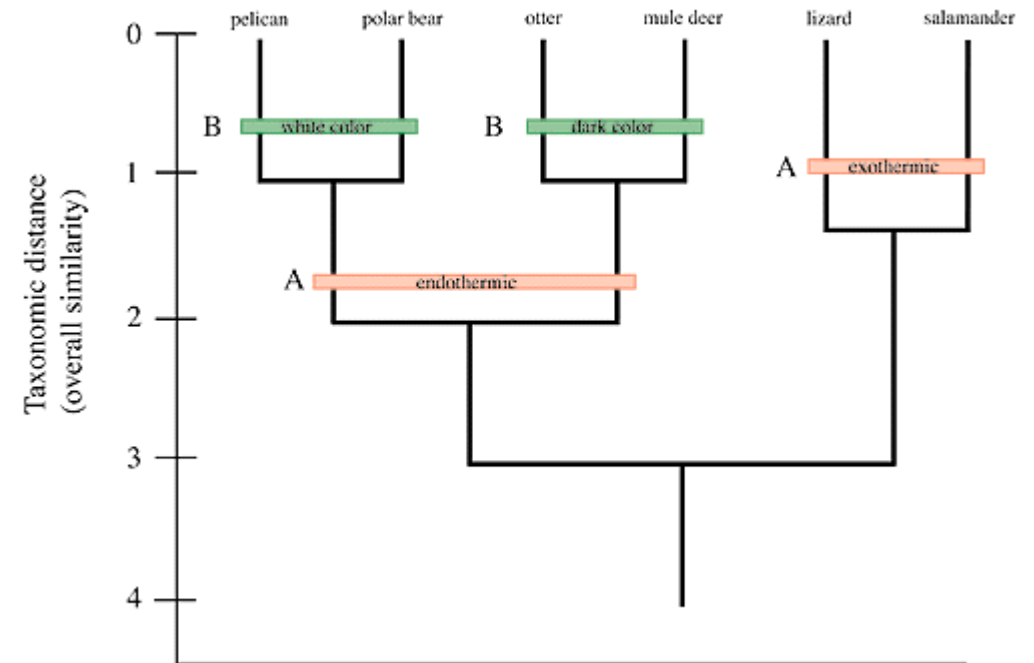
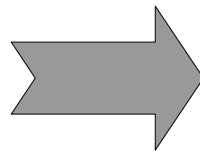
Pouca ênfase seria dada à nomenclatura

Monografias taxonômicas seriam substituídas por matrizes de dados.

Princípios da fenética: similaridade e parentesco

Estimativas da “verdadeira” afinidade no sentido filogenético são “logicamente e historicamente posteriores às estimativas de similaridade global” (Cain & Harrison, 1958:86, 96). Conseqüentemente, similaridade global deve ser atribuída primeiro, antes de qualquer tentativa de inferir relações de ancestral/descendente.

Relações entre OTUs são expressas por fenogramas.



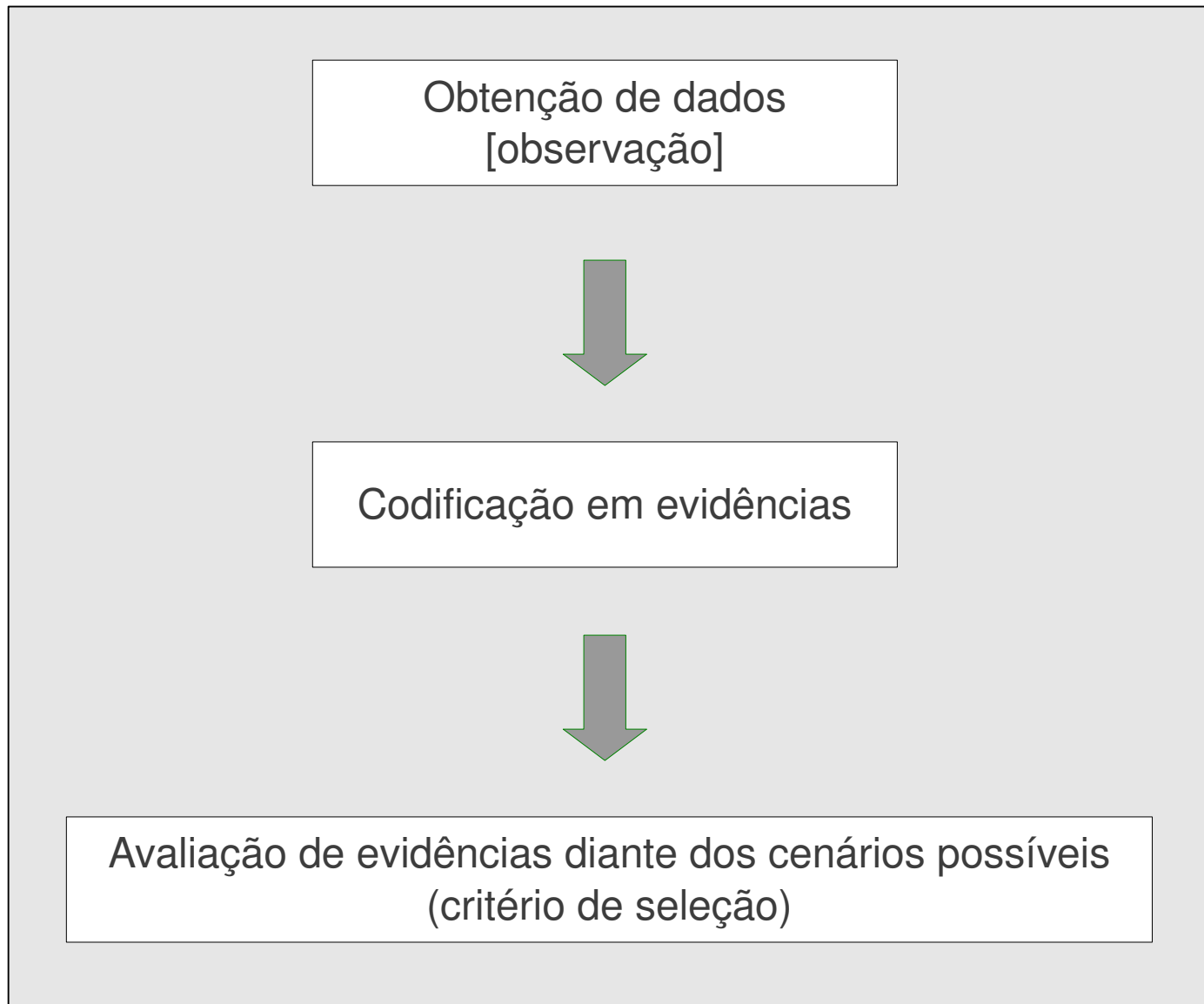
"It should be remembered that while diagrams such as figure 1 may suggest phylogenies, in reality they only indicate static relationships."

(Sokal & Michener, 1958:1437)

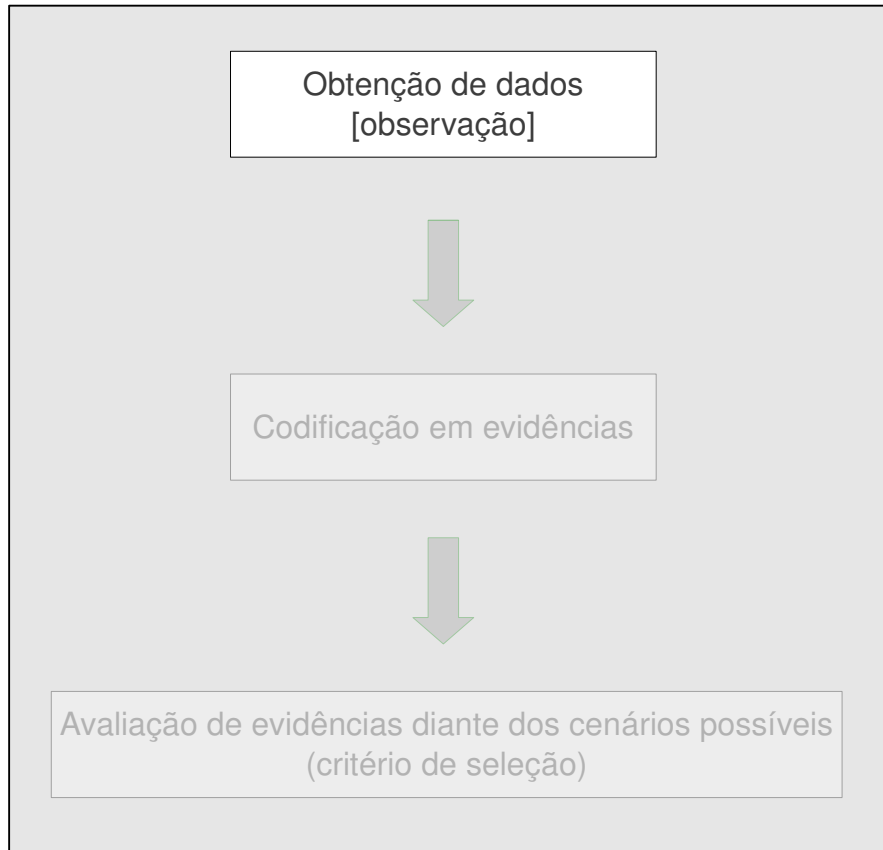
Lógica da inferência filogenética

“Operationally, systematics proceeds by gathering data (observations) from organisms and coding them into evidence to test competing phylogenetic scenarios”

(Wheeler et al., 2006:7)



Lógica da inferência filogenética



“Em princípio, qualquer observação de atributos de organismos possuem o potencial de fornecer evidências de relação de parentesco. No entanto, as evidências mais objetivas são derivadas daqueles atributos que são hereditários e intrínsecos dos organismos porque eles refletem a continuidade biológica entre ancestral e descendente (Hennig, 1966)” (Wheeler et al., 2006:7)

Lógica da inferência filogenética

Condições necessárias e suficientes de atributos

Popper (1934, 1959): "characters are theory-laden objects".

Observações organizadas e contextualizadas:

- relevância
- comparabilidade
- correspondência

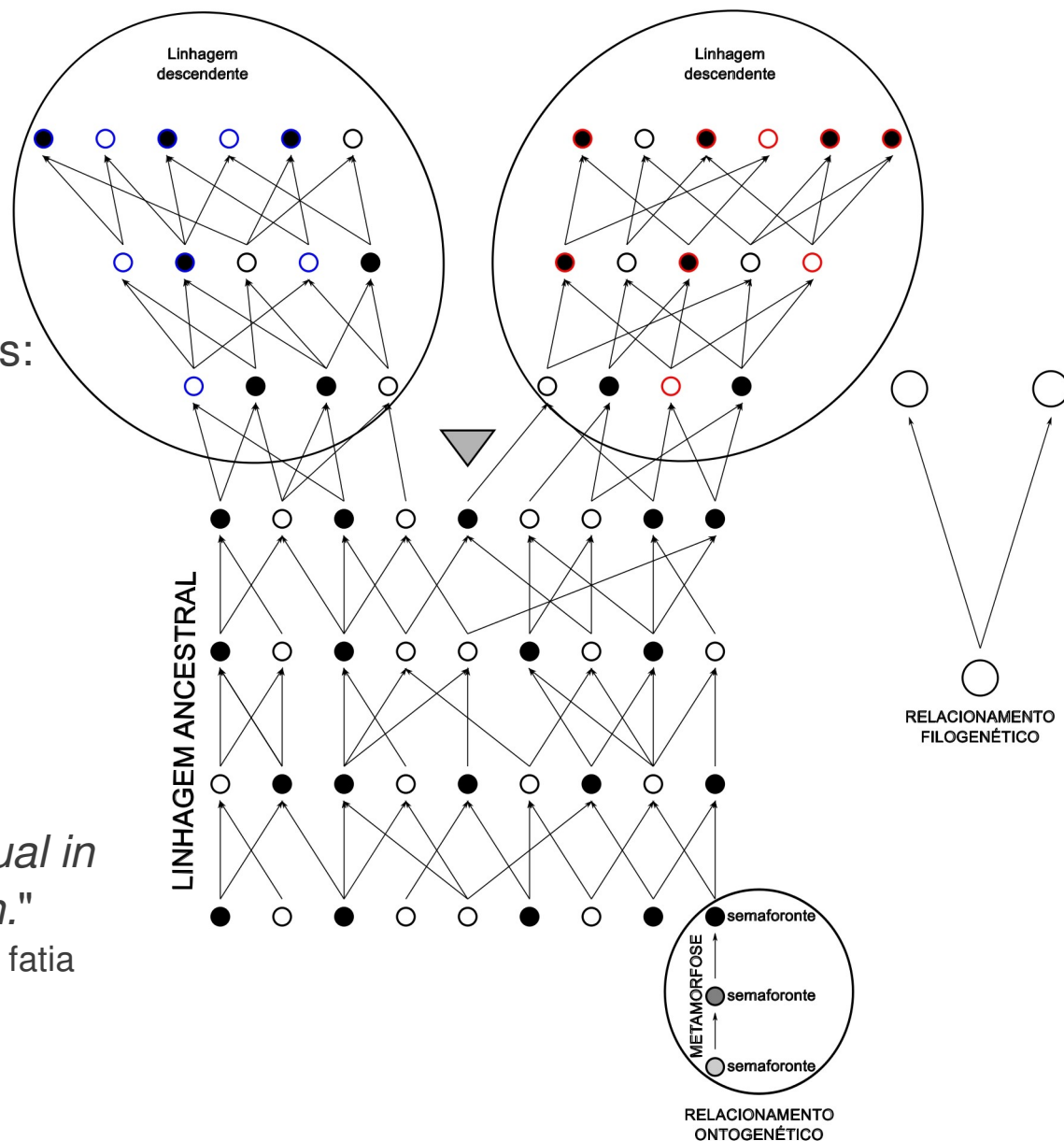
Atributos intrínsecos:

- genotípicos
- fenotípicos

"The semaphoront is defined as an individual in an ideally very small 'time-slice' or duration."

[O semeforonte é definido como um indivíduo em uma fatia temporal idealizada ou duração muito curta.]

(Hennig, 1950: 9, 1966: 6)

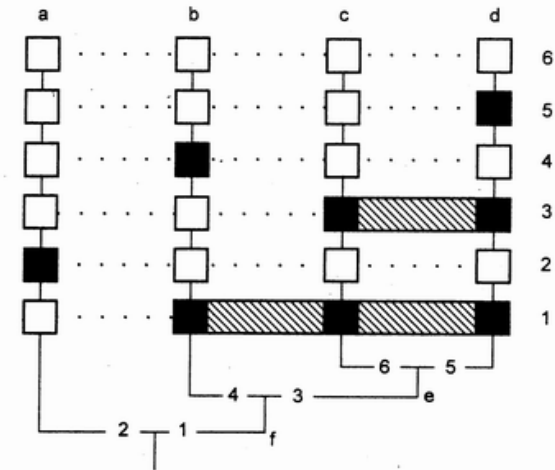


Lógica da inferência filogenética

Condições necessárias e suficientes de atributos

Project of "Primate mtDNA" - Character Matrix "Character Matrix"

Taxon \ Character	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
1 Homo sapiens	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
2 Pan	A	A	G	C	T	T	C	A	C	C	G	G	C	G	C	A	G	T	C	A	T	T	C	C	T	C	A	T	A	A	T	C	G	C	C
3 Gorilla	A	A	G	C	T	T	C	A	C	C	G	G	C	G	C	A	G	T	C	A	T	T	C	C	T	C	A	T	A	A	T	C	G	C	C
4 Pongo	A	A	G	C	T	T	C	A	C	C	G	G	C	G	C	A	A	C	C	A	C	C	T	C	C	A	T	G	A	T	T	G	C	C	C
5 Hylobates	A	A	G	C	T	T	T	A	C	A	G	G	T	G	C	A	A	C	C	G	T	C	C	T	C	A	T	A	T	C	G	C	C	C	
6 Macaca fuscata	A	A	G	C	T	T	T	T	C	C	G	G	C	G	C	A	A	C	C	A	T	C	C	T	T	A	T	G	A	T	C	G	C	T	
7 M. mulatta	A	A	G	C	T	T	T	T	C	C	G	G	C	G	C	A	A	C	C	A	T	C	C	T	T	A	T	G	A	T	C	G	C	T	
8 M. fascicularis	A	A	G	C	T	T	T	T	C	C	G	G	C	G	C	A	A	C	C	A	T	C	C	T	T	A	T	A	T	C	G	C	C	C	
9 M. sylvanus	A	A	G	C	T	T	T	T	C	C	G	G	T	G	C	A	A	C	C	A	T	C	C	T	T	A	T	A	T	C	G	C	C	C	
10 Saimiri sciureus	A	A	G	C	T	T	C	A	C	C	G	G	C	G	C	A	A	T	G	A	T	C	C	T	A	T	A	T	A	T	C	G	C	T	
11 Tarsius syrichta	A	A	G	T	T	C	A	T	T	G	G	A	G	C	A	C	A	C	A	C	T	T	A	T	T	A	A	A	T	T	G	C	C	C	
12 Lemur catta	A	A	G	C	T	T	C	A	T	A	G	A	G	C	A	A	C	C	A	A	T	T	C	T	A	A	T	A	A	T	C	G	C	A	

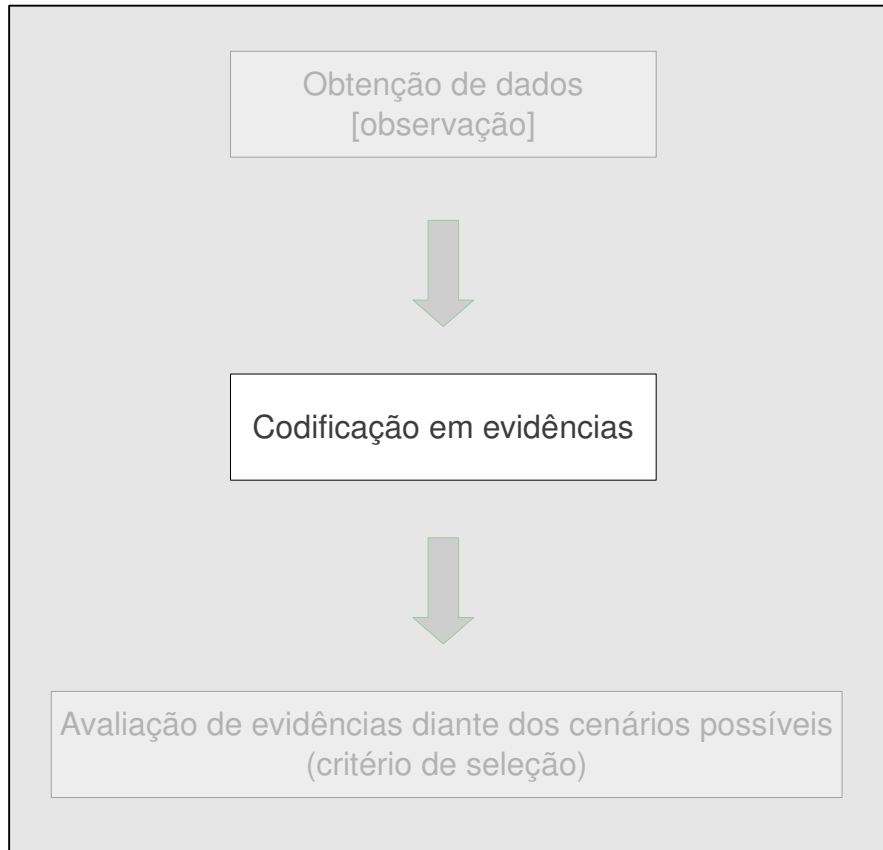


Project of "Bembidion.nex" - Character Matrix "Bembidion"

Taxon \ Character	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1 balli	1	1	1	0	-	0	0	1&2	1	0	0	0	1	1	0	4	
2 foveum	1	1	1	0	-	0	0	1&2	1	0	0&1	1	1	1	1	0	
3 argenteolum	1	3	2&3	0&1	-	0	0	2	0	0	0	2	1	1	0	0	
4 alaskense	1	3	2&3	0	-	0&1	0	2	0	0	1	0	1	1	0	1	
5 *semenovi	1	2	2	0	-	0	0	2	0	0	0	3	1	1	0	0	
6 stenoderum	1	3	3	0&2	0	0	0	1&2	0	0	0	2	1	1	0	0	
7 carinula	1	3	0&1&2	0	-	0	0	2	1	0	0&1	1	1	1	1	0	
8 velox	1	3	0&1&2	1	-	0	0	2	1	0	0	0	1	1	1	0	
9 lapponicum	1	3	0&1&2&3	0&2	0	0	0	2	1	0	0&1	0	1	1	1	0	
10 punctatostriatum	1	3	0&1&2	1	-	0	0	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0
11 hesperium	1	2&3	3	0&2	0	0&1	0&1&2	1	0	0	0	0	1	1	1	0	
12 lorquinii	1	3	3	1	-	0&1	0	0&1	0	0	0	0	0	1	1	0	
13 zephyrum	1	3	3	2&3	0	0&1	0	2	1	0	1	0	1	1	1	0	
14 l. levettei	1	3	3	3	0	1	0	2	1	0	0&1	0	1	1	1	0	
15 l. carianum	1	3	3	3	0	1	0	2	1	0	0&1	0	1	1	1	0	

Não há fonte de dados melhor que outra, mas elas diferem quando ao seu nível de generalidade (conteúdo informativo).

Lógica da inferência filogenética



Qual a diferença entre dados e evidências?

dados *

sm pl 1 Conjunto de material (= informações) disponível para análise.

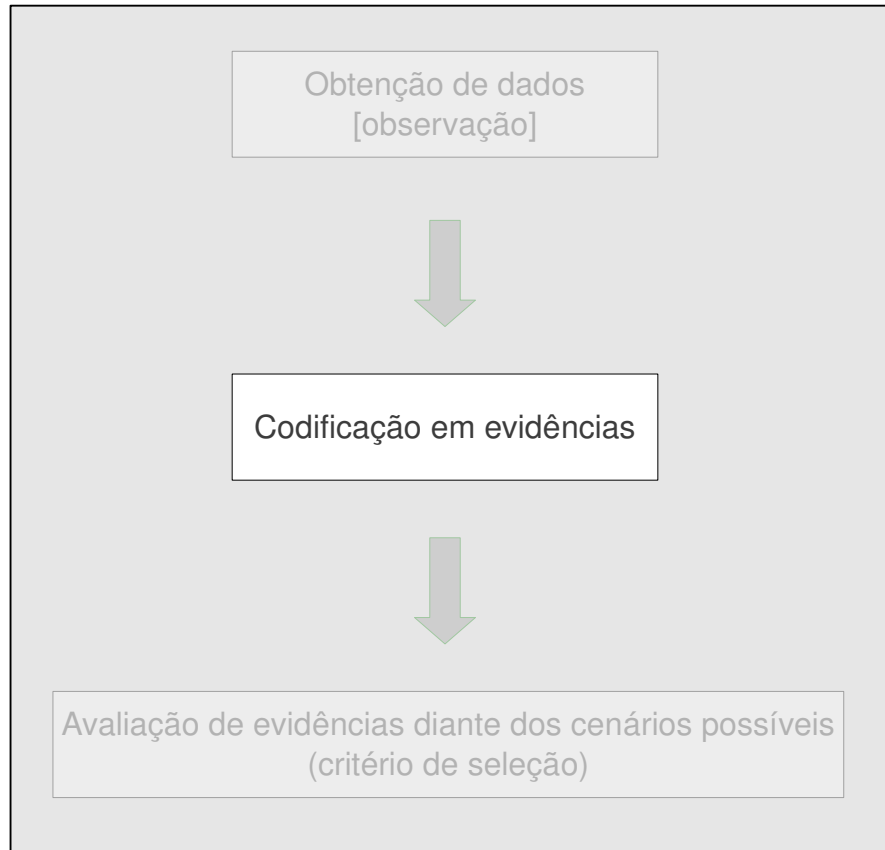
Scientific evidence ** has no universally accepted definition but generally refers to evidence which serves to either support or counter a scientific theory or hypothesis. Such evidence is generally expected to be empirical and properly documented in accordance with scientific method such as is applicable to the particular field of inquiry.

* Fonte: Michaelis em www.uol.com.br.

** Fonte: <http://en.wikipedia.org>

Lógica da inferência filogenética

Codificação em Fenética deve refletir similaridade global



Z TAGAGCAATCCCTAACTG-AA
 A TAGAGCA-TCGCTA-CTA-AA
 B TAGAGCAATCACTAACTG-GA
 C TAGAGCTGTCTCTAACAGA--
 D TAGAGCTATCACAAACAGAAA

Z TAGAGCAATCCCTAACTG-AA
 * * * *
 A TAGAGCA-TCGCTA-CTA-AA

	[Z]	[A]	[B]	[C]	[D]
Z	-				
A	0.10	-			
B	0.10	0.17	-		
C	0.23	0.27	0.22	-	
D	0.20	0.29	0.20	0.17	-

Codificação em
matriz de
distância

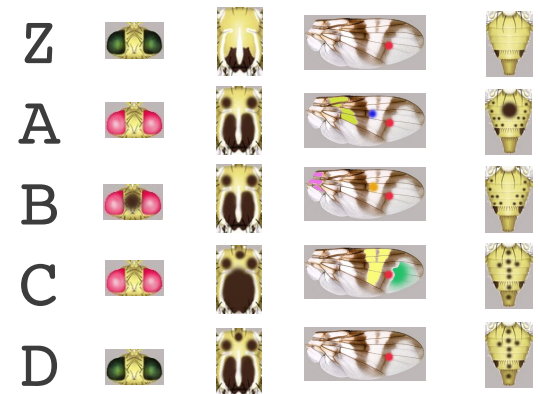
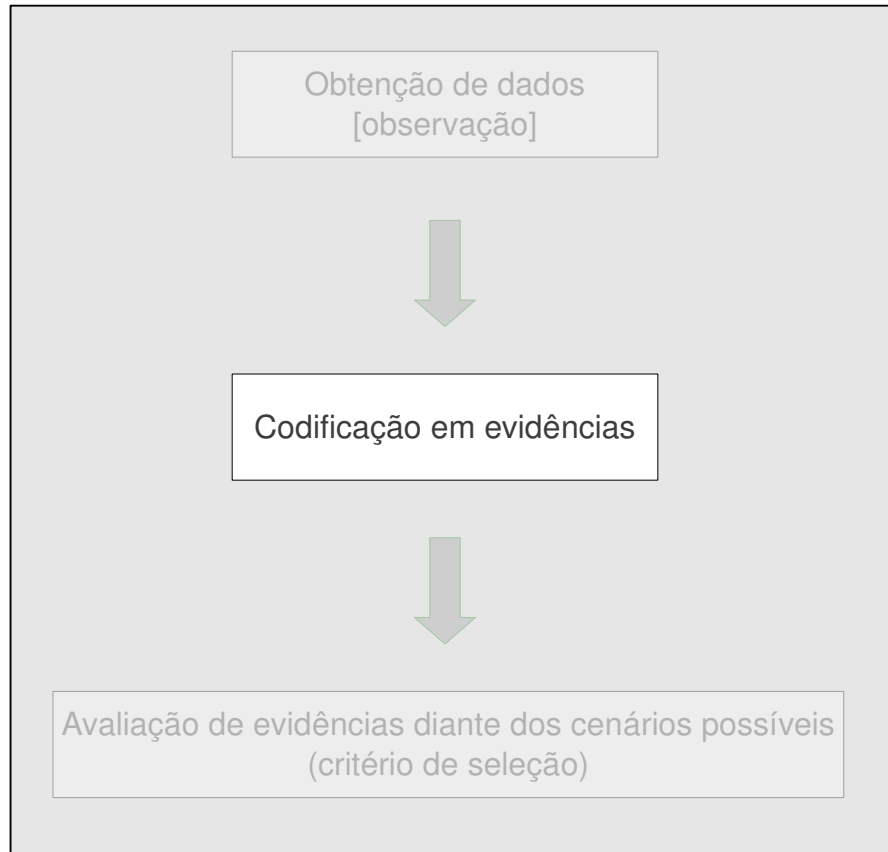
Comparação
par a par

Codificação em
matriz de
distância

£ Não leva em consideração a presença de INDELS, isto é gaps (e.g., "-")

Lógica da inferência filogenética

Codificação em Fenética deve refletir similaridade global



Z 0000000000000000
 * ** ** **
 A 10110011000110

	[Z]	[A]	[B]	[C]	[D]
Z	-				
A	7	-			
B	7	6	-		
C	7	9	9	-	
D	5	7	7	4	-

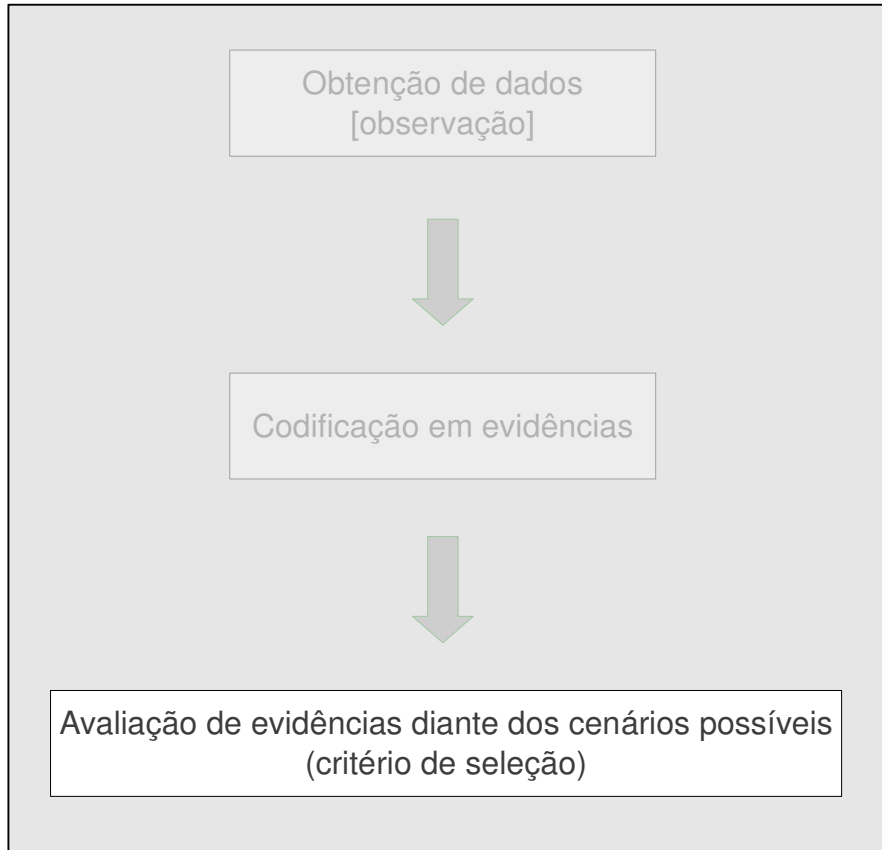
obtenção de dados

Comparação par a par

Codificação em matriz de distância

Lógica da inferência filogenética

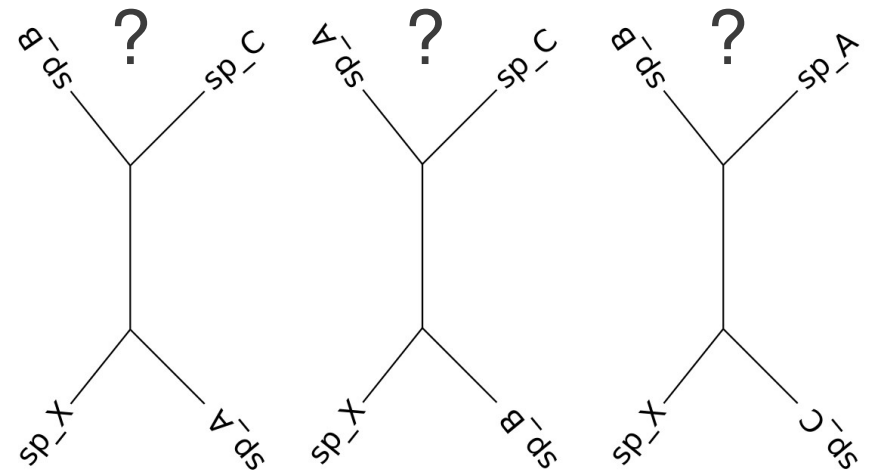
Avaliação e critério de seleção:



Quatro OTUS

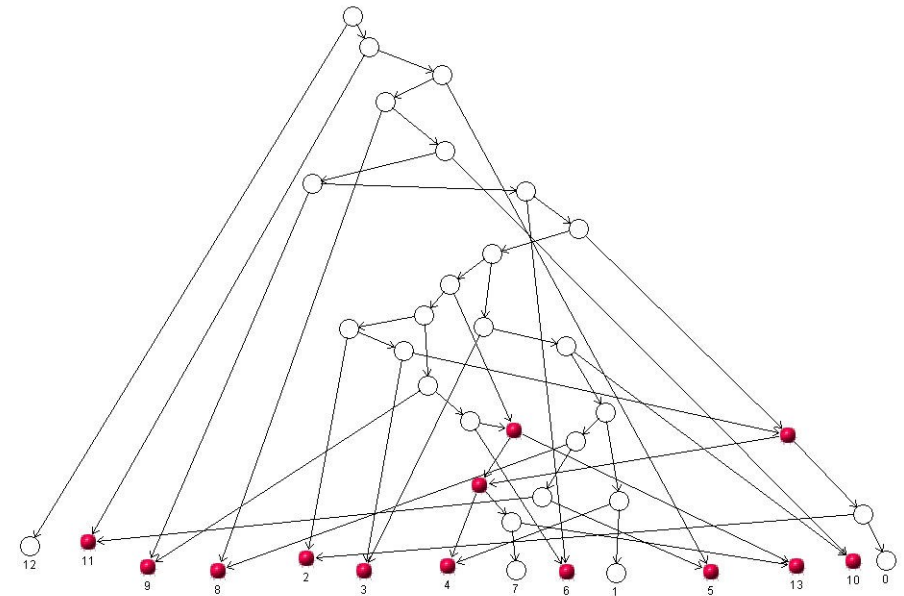
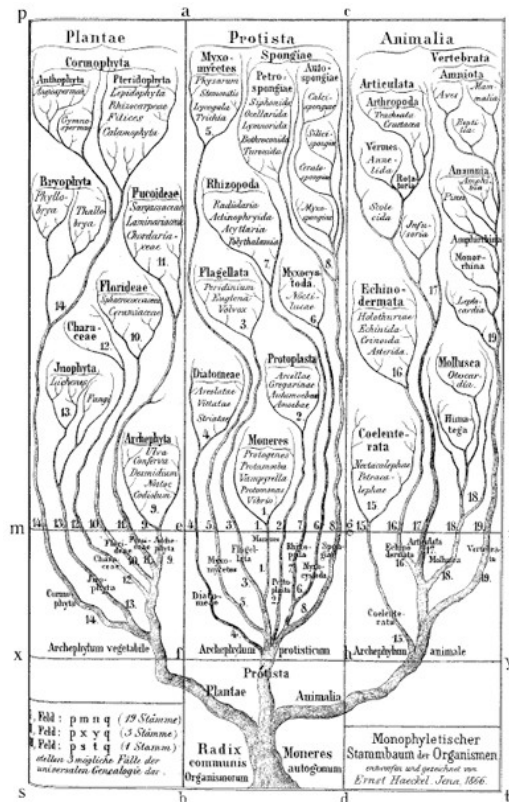
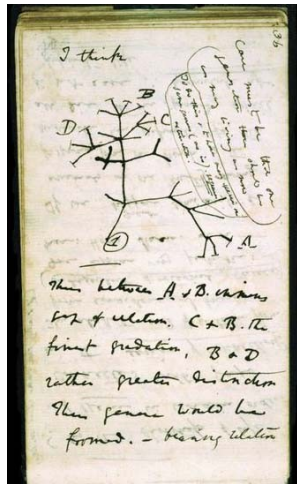
sp_X CTGGCTACGT
sp_A TGGAGTAAGT
sp_B CCTAGCAAGT
sp_C CCTGATTGCA

Resoluções possíveis



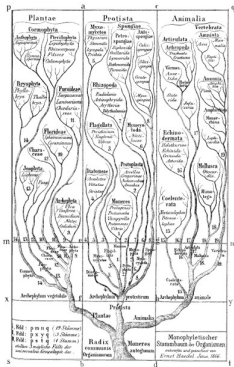
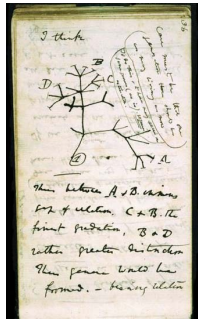
Lógica da inferência filogenética

Representações gráficas para relações entre organismos.



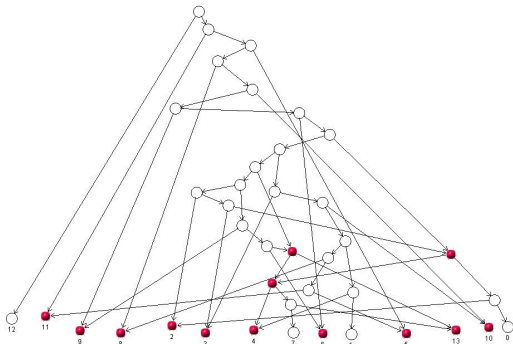
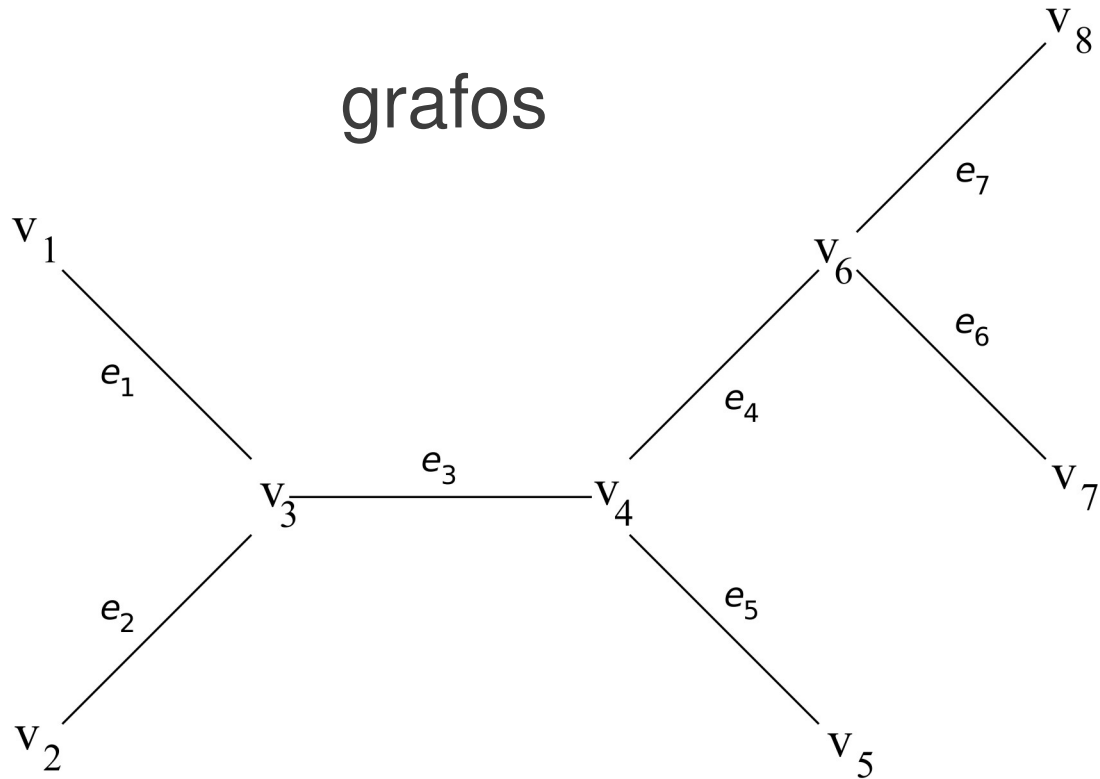
Lógica da inferência filogenética

Representações gráficas para relações entre organismos.



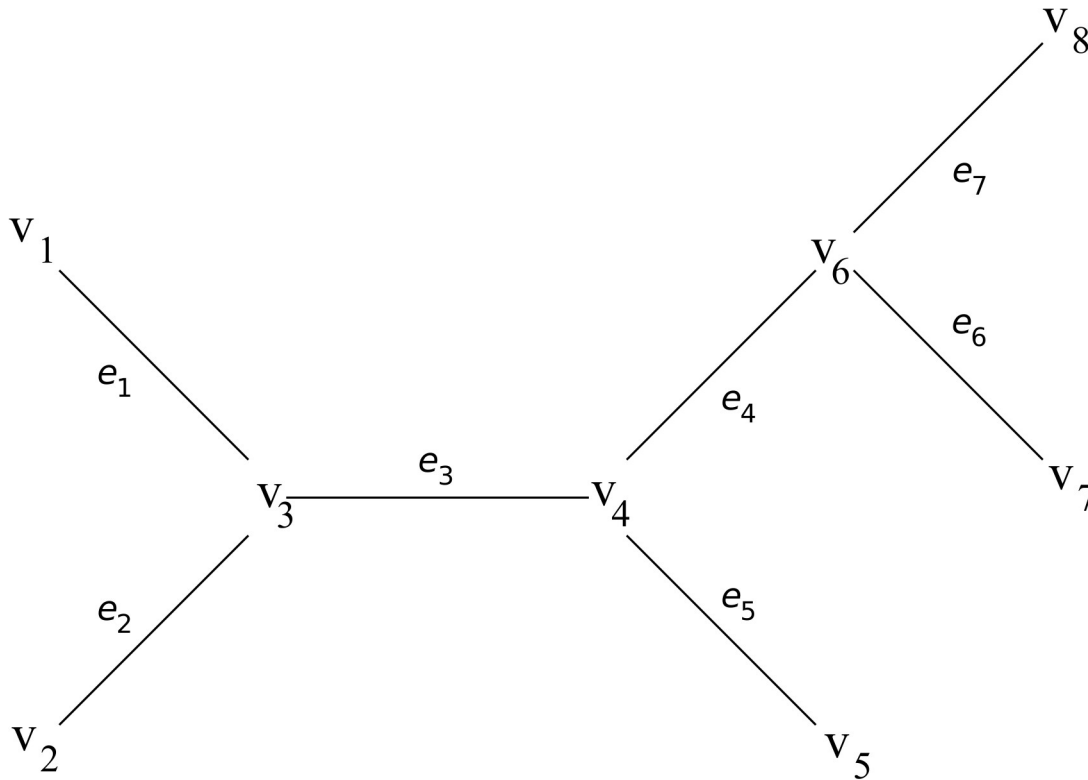
=

grafos



Grafos:

Objetos matemáticos que consistem de um par de conjuntos (V, E) de *vértices* (nós, V) e *arestas* (linhas entre nós, ramos, E).



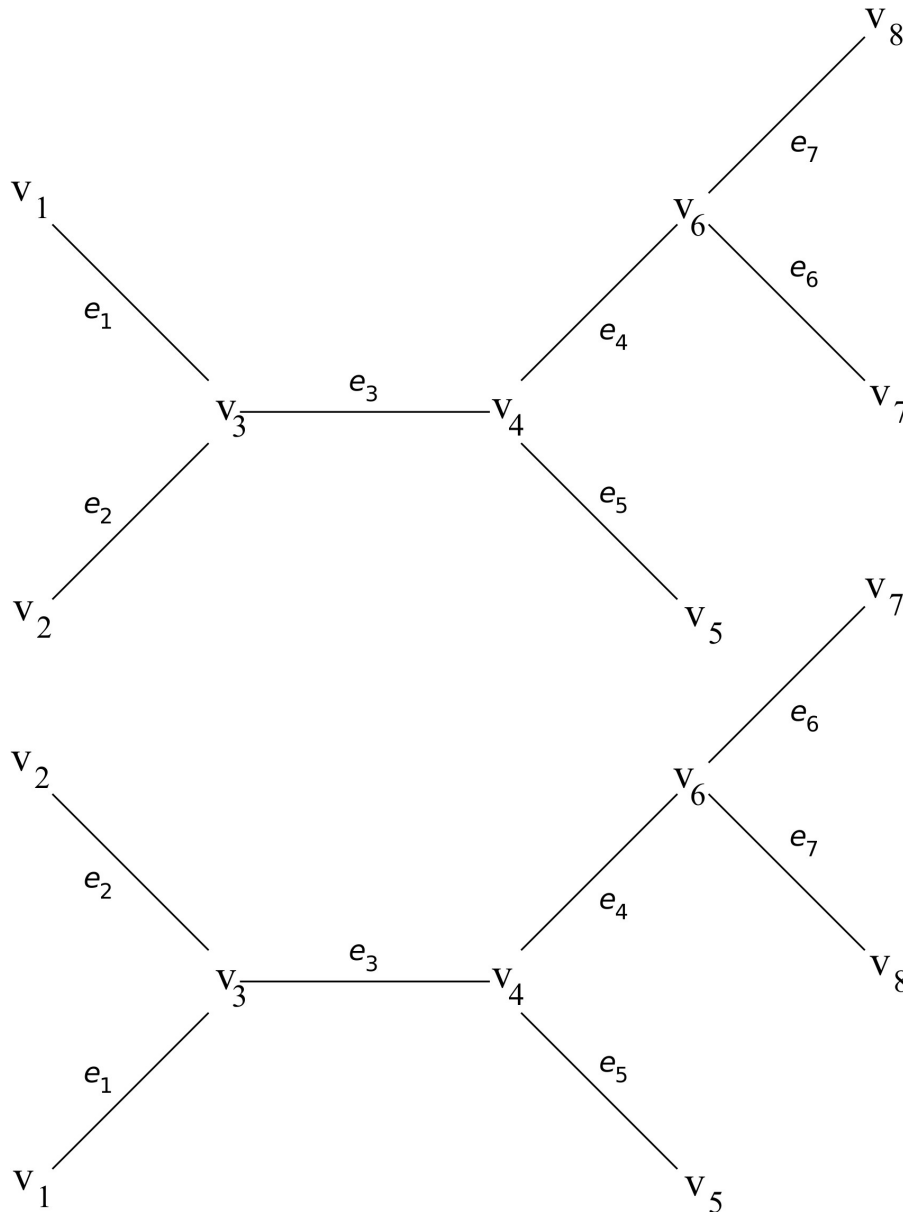
O **grau** de um nó é o número de ramos conectados a ele.

Terminais (*leaves*) são nós de grau 1 e são conectados a um outro nó por um único ramo.

Um grafo é **binário** quando todos os nós internos possuem grau 3.

Grafos:

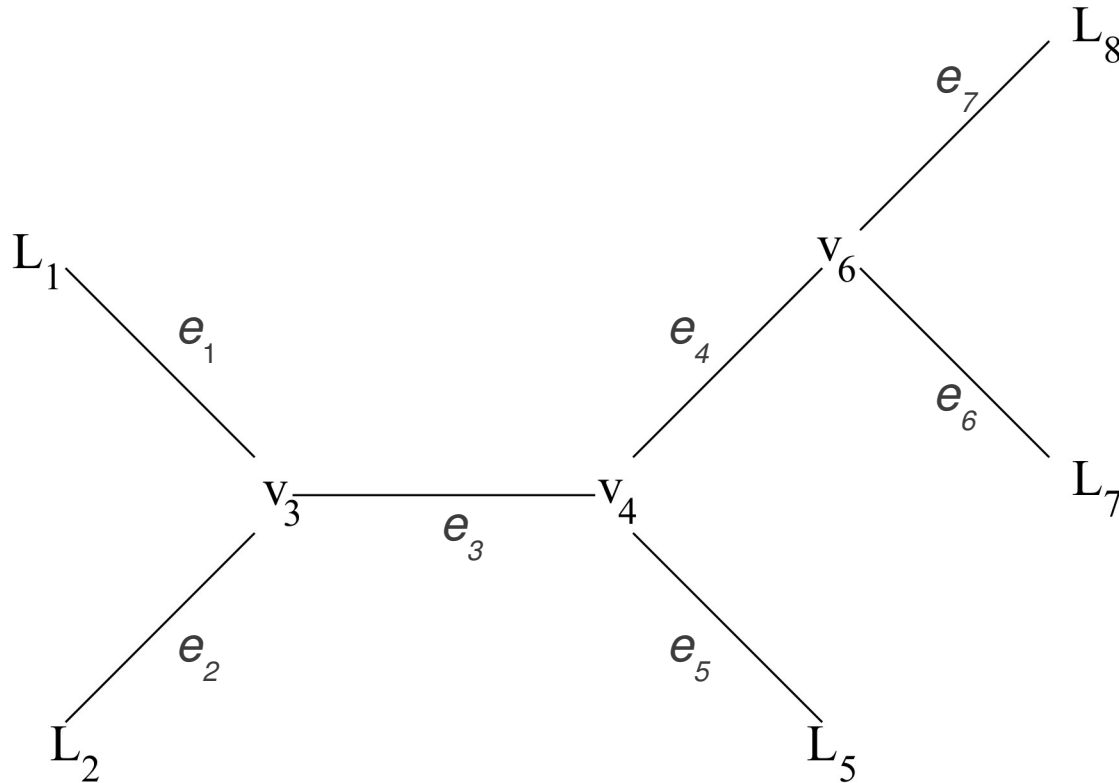
Topologia: refere-se às conexões entre vértices e arestas.



Ambos possuem
a mesma
topologia

Grafos:

Objetos matemáticos que consistem de um par de conjuntos (V,E) de *vértices* (nós, V) e *arestas* (linhas entre nós, ramos, E).



Ramos internos são ramos que conectam nós de grau 3 em grafos não direcionados.

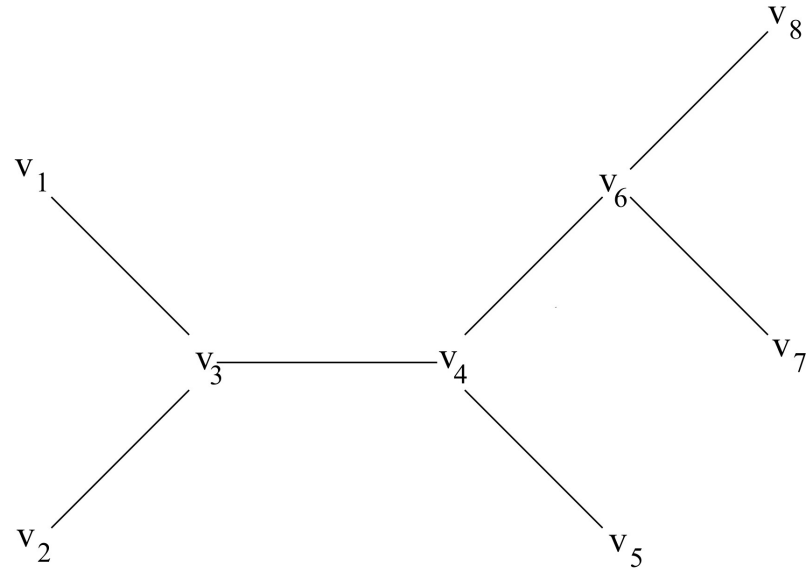
Ramos externos são ramos que conectam nós de grau 3 a um nó de grau 1.

Uma topologia $T = (V,E)$ é um grafo conectado sem ciclos.

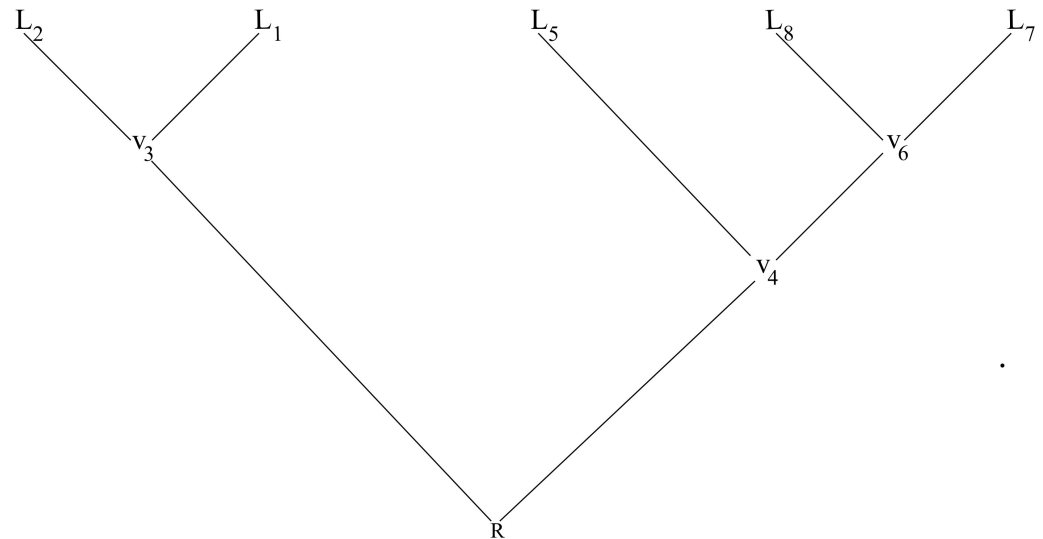
Grafos:

Objetos matemáticos que consistem de um par de conjuntos (V, E) de *vértices* (nós, V) e *arestas* (linhas entre nós, ramos, E).

Não - direcionado

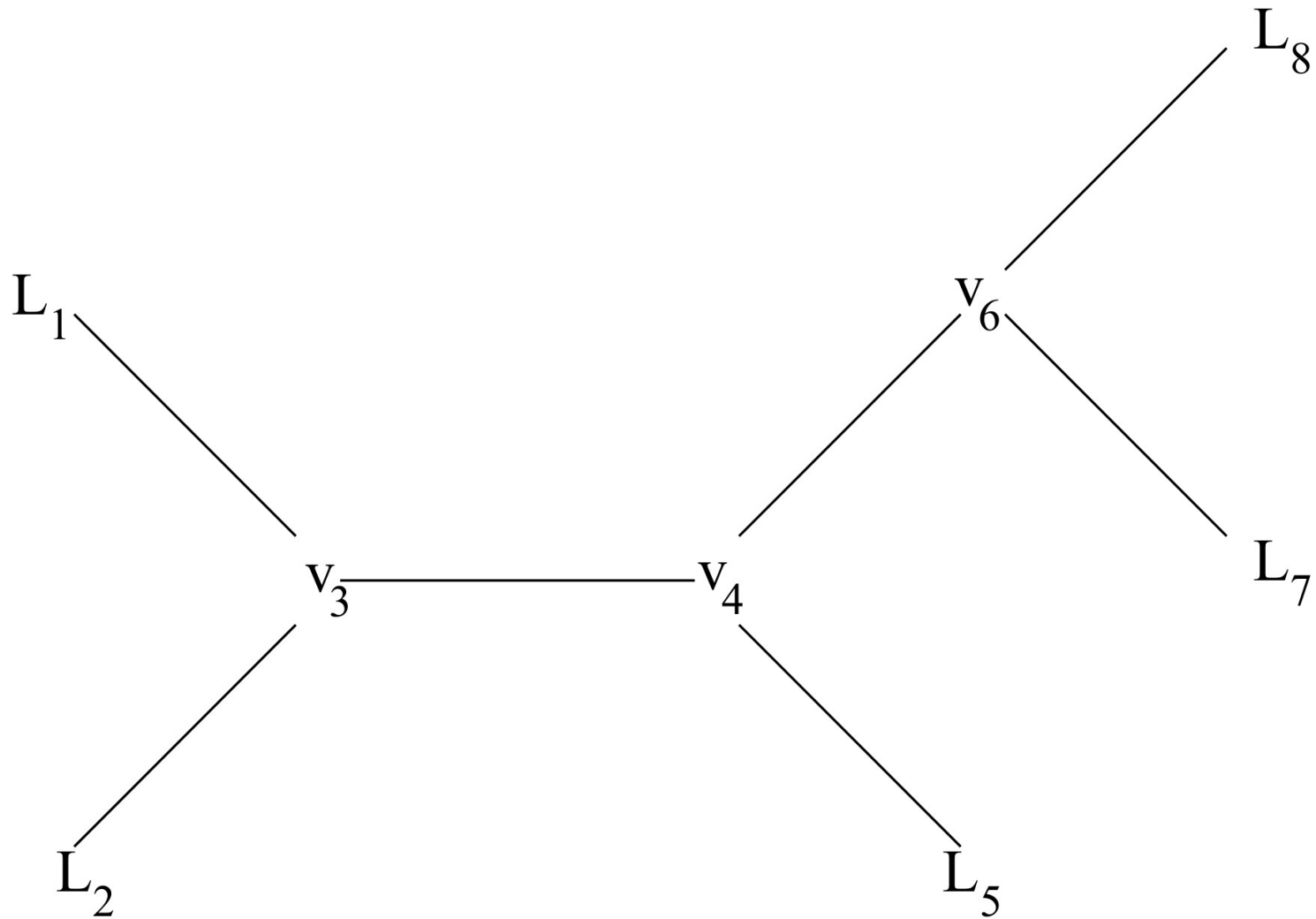


direcionado



A raiz é o único nó com **grau 2**.

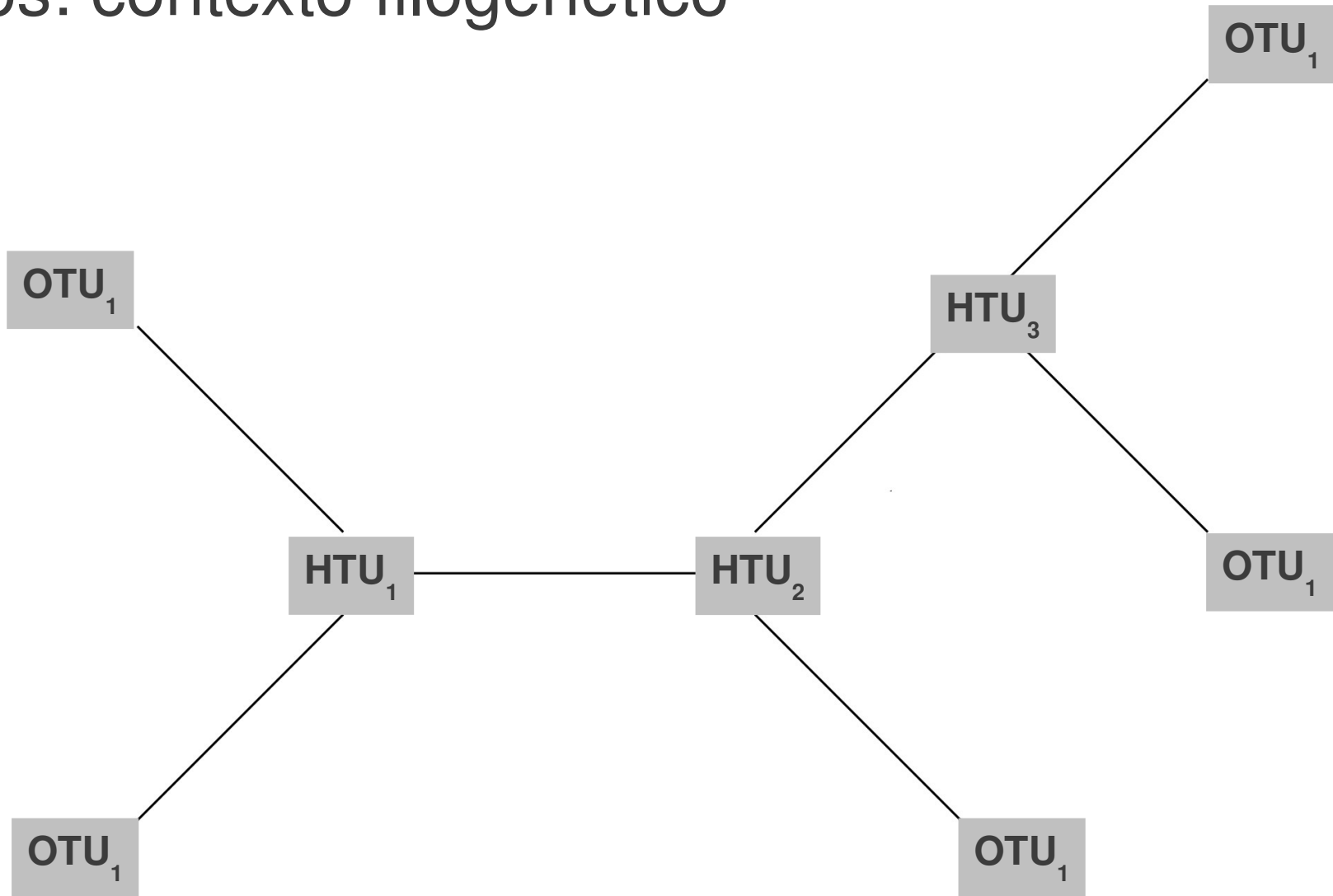
Grafos: contexto filogenético



L = Operational Taxonomic Units (OTUs)

V = Hypothetic Taxonomic Units (HTUs)

Grafos: contexto filogenético



L = Operational Taxonomic Units (OTUs)

V = Hypothetic Taxonomic Units (HTUs)

Enumeração:

3 1
4 3 Para topologias não direcionadas e $n \geq 3$:
5 15

6 105
7 945
8 10395
9 135135
10 2027025
11 34459425
12 654729075
13 13749310575
14 316234143225
15 7905853580625
16 213458046676875
17 6190283353629375
18 191898783962510625
19 6332659870762850625
20 221643095476699771875
21 8200794532637891559375
22 319830986772877770815625
23 13113070457687988603440625
24 563862029680583509947946875
25 25373791335626257947657609375
26 1192568192774434123539907640625
27 58435841445947272053455474390625
28 2980227913743310874726229193921875
29 157952079428395476360490147277859375
30 8687364368561751199826958100282265625
31 495179769008019818390136611716089140625
32 29215606371473169285018060091249259296875
33 1782151988659863326386101665566204817109375
34 112275575285571389562324404930670903477890625
35 7297912393562140321551086320493608726062890625
36 488960130368663401543922783473071784646213671875
37 33738248995437774706530672059641953140588743359375
38 2395415678676082004163677716234578672981800778515625
39 174865344543353986303948473285124243127671456831640625
40 13114900840751548972796135496384318234575359262373046875

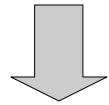
$$\frac{(2n - 4)!}{(n - 2)! 2^{n-2}}$$

O número de topologias enraizadas pode ser calculado multiplicando a fórmula acima pelo número de ramos $(2n-3)$ ou incrementando $+1$ à n .

Critério de otimização:

Topologias como hipóteses:

Teste → Avaliação → Determinação de qualidade relativa



Índices de mérito comparativos

Independente do índice: requer função objetiva

$$C = f(D, T)$$

'Without such a cost, these objects are mere pictures — “tree-shaped-objects” of no use in science'
(Wheeler et al., 2006: Cladistics 12:1-9)

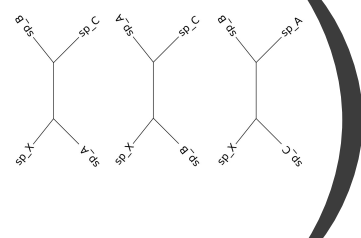
Critério de otimização: Fenética

Função objetiva:

$$C = f(D, T)$$

Índice de similaridade global = f (

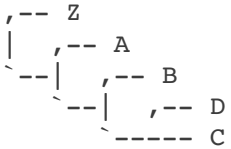
sp_X	CTGGCTACGT
sp_A	TGGAGTAAGT
sp_B	CCTAGCAAGT
sp_C	CCTGATTGCA

, 

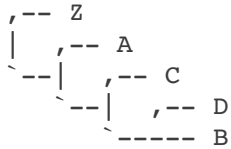
Lógica da inferência filogenética

Resoluções possíveis

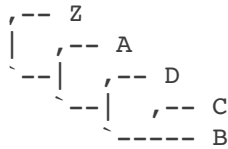
Tree 0:



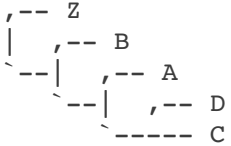
Tree 5:



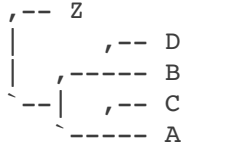
Tree 10:



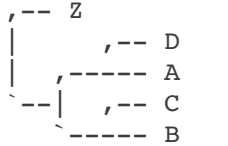
Tree 1:



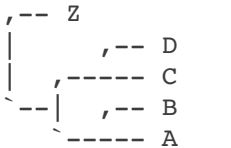
Tree 6:



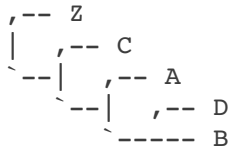
Tree 11:



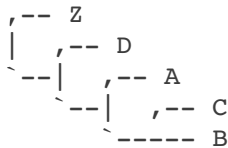
Tree 2:



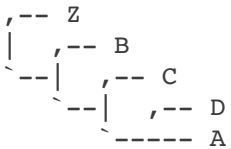
Tree 7:



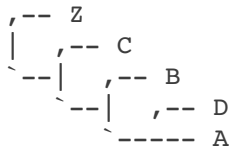
Tree 12:



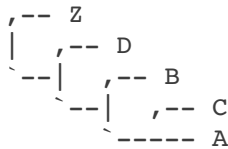
Tree 3:



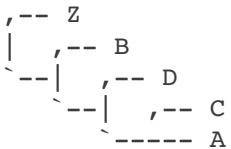
Tree 8:



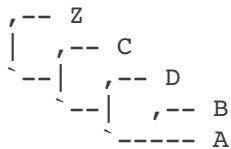
Tree 13:



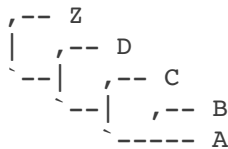
Tree 4:



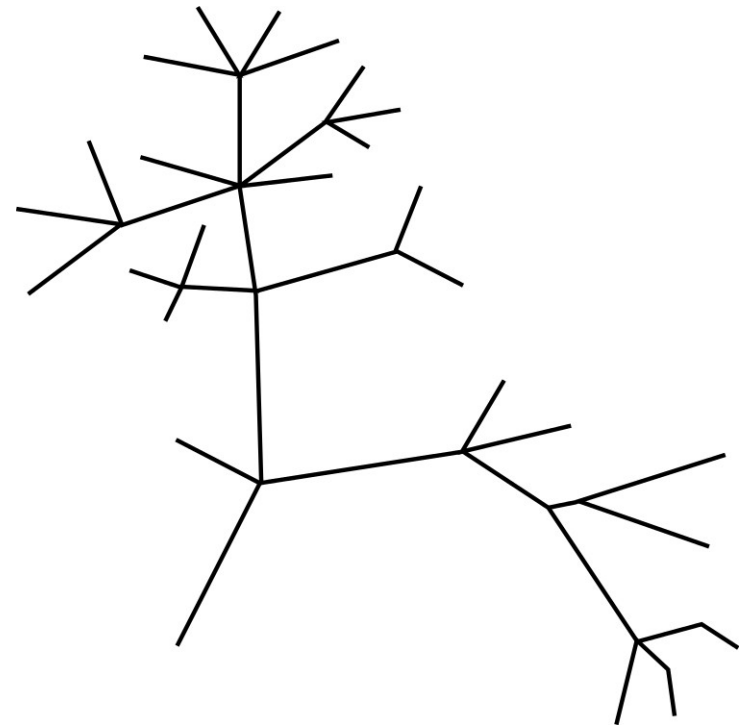
Tree 9:



Tree 14:

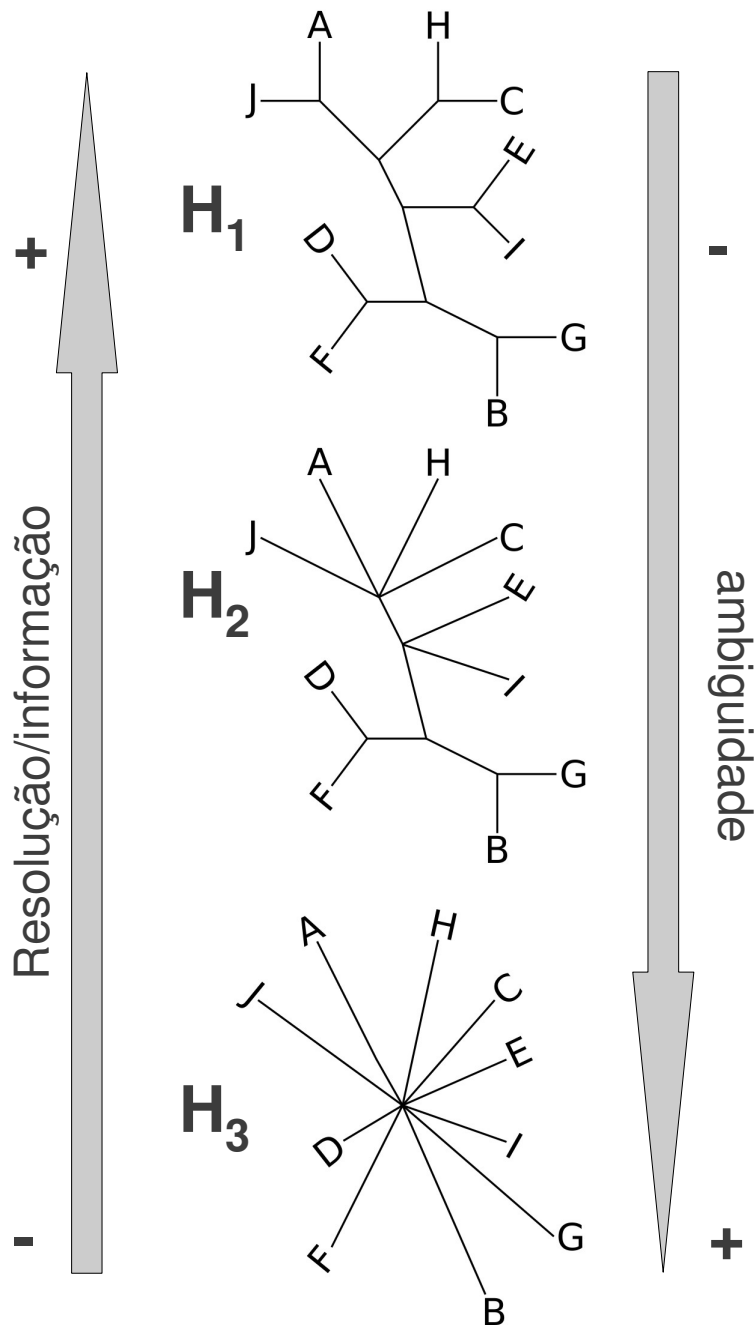


Por que somente diagramas dicotômicos são levados em consideração?



Lógica da inferência filogenética

Hipóteses, “*Explanatory power*”, ambiguidade, erro e testabilidade



Hipótese: *uma explicação para um fenômeno observável ou uma proposição racional prevendo uma possível correlação causal entre múltiplos fenômenos.*

H₁ → H₃: decresce o conteúdo informativo (o que a hipótese explica)

Diagramas totalmente dicotômicos estão mais relacionados com o conteúdo informativo da hipótese do que com a suposição de que todo ancestral hipotético daria origem a somente duas linhagens por cladogênese.

Lógica da inferência filogenética

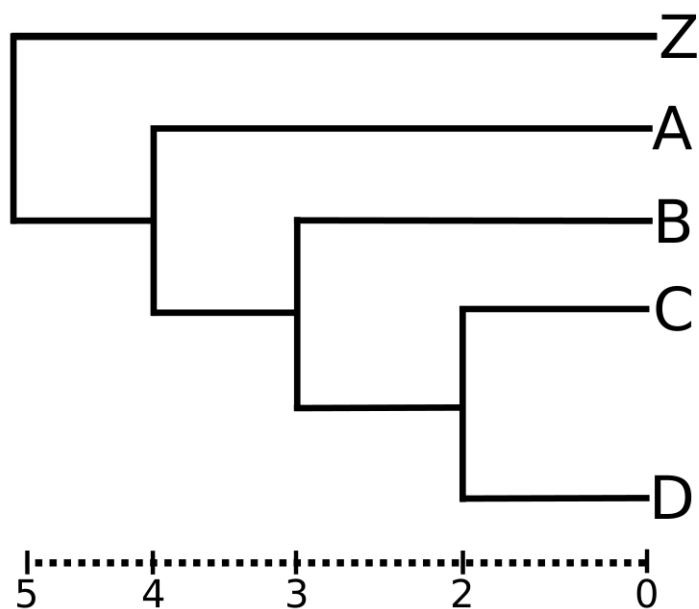
Fenética:

EVIDÊNCIAS: similaridade global
MORFOLOGIA e/ou MOLECULAR

Matriz de distância:

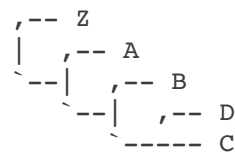
	[Z]	[A]	[B]	[C]	[D]
Z	-				
A	7	-			
B	7	6	-		
C	7	9	9	-	
D	5	7	7	4	-

Fenograma*:

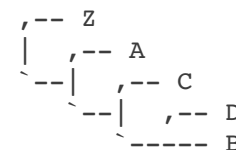


Resoluções possíveis

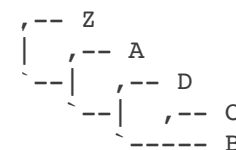
Tree 0:



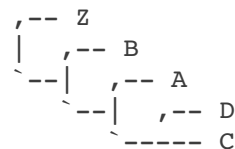
Tree 5:



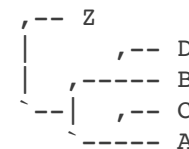
Tree 10:



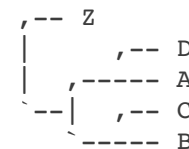
Tree 1:



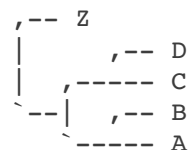
Tree 6:



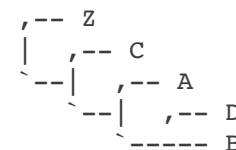
Tree 11:



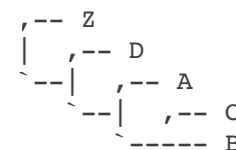
Tree 2:



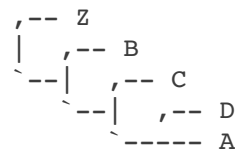
Tree 7:



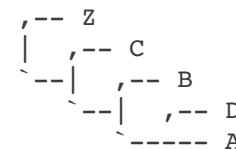
Tree 12:



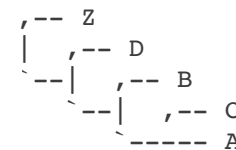
Tree 3:



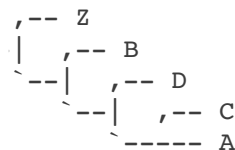
Tree 8:



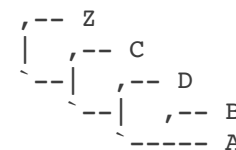
Tree 13:



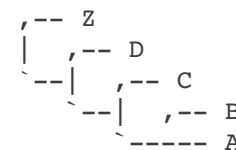
Tree 4:



Tree 9:



Tree 14:



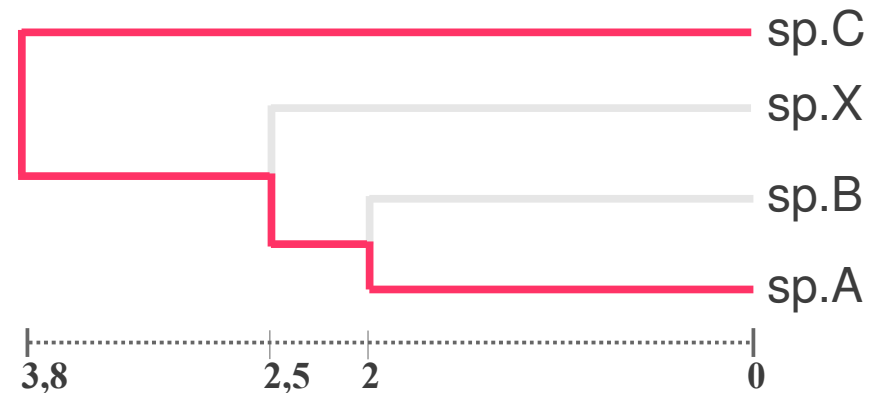
* caráter ilustrativo pois não representa a matriz de distância acima.

Lógica da inferência filogenética: Fenética

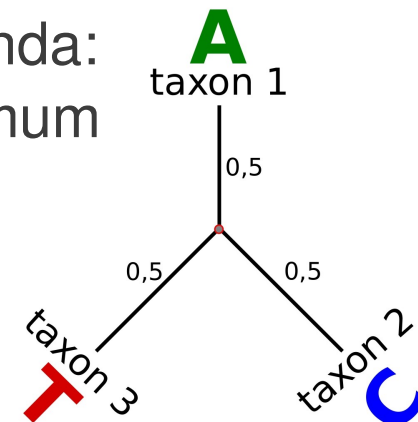
Problemas com o método:

1. Desconsidera que semelhanças decorrem de processos não relacionados com relação de parentesco.
2. Método é incapaz de manter as relações de distâncias originais para matrizes com mais de 4 terminais. Considere:

	[X]	[A]	[B]	[C]
X	-			
A	5	-		
B	6	4	-	
C	7	9	7	-



3. Realismo. Considere o exemplo ao lado e responda: Qual seria o par de base presente no ancestral comum destes terminais?



Conceitos fundamentais desta aula:

Homologia vs. homoplasia

Fenética ou Taxonomia Numérica

Fenogramas

Inferência Filogenética:

- Obtenção de dados

- Codificação e evidências

- Avaliação e seleção de hipóteses

 - Grafos

 - OTUs e HTUs

 - Enumeração

 - Critério de otimização

 - Justificativa epistemológica

Problemas metodológicos da Fenética