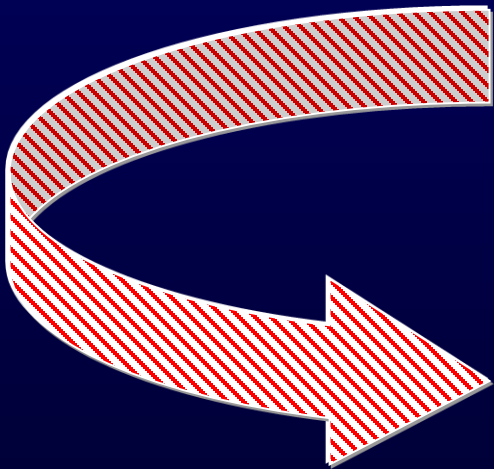


# **Métodos clássicos em taxonomia**

**Aula 5\_2019**

**Demanda por taxonomia é maior agora**

**Conservação da biodiversidade**



**Necessidade **para** taxonomia**

**Necessidades **da** taxonomia**

**Taxonomia descritiva - exploração pioneira da vida  
na terra**

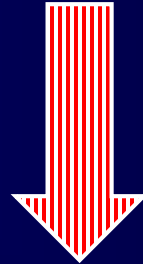


**COMO?**

**Taxonomia - nomeia, delimita, descreve e classifica  
os organismos**

- **Catalogação, descrição e compreensão da vida na terra teve início com nossos ancestrais**
- **Antes da invenção da linguagem escrita, sistema oral de classificação**
- **Taxonomia foi batizada pelos gregos**

**Taxonomia amadureceu na era Pós-Linnaeus**



**Sistema de nomenclatura binomial**

**Categorias hierárquicas**

**Organização dos conhecimentos biológicos e o  
acúmulo de dados**

**Código de nomenclatura zoológica**

**Código de nomenclatura botânica**

**Código de nomenclatura de microorganismos**

**Sistemática biológica e a taxonomia proporcionam os fundamentos para a**

- **fisiologia**
- **genética**
- **ecologia**
- **biologia evolutiva**

**Especificidade de algumas áreas da biologia**

**Taxonomia é geral e engloba vários aspectos da vida**

**Taxonomia e a especificidade propiciam a unificação dos conhecimentos**



- **O número de espécies formalmente descritas varia de 1,5 a 1,8 milhões**
- **Estima-se que o número de espécies descritas e não descritas varie de 3,6 a 100 milhões**
- **A maioria dos estudos estima em 10 milhões**

- **Apenas 25% dos artrópodes foram descritos e representam até agora mais de 1 milhão de espécies**
- **Cerca de 10% das espécies foram descritas, 90% precisam ser descobertas**

**A tecnologia poderá tornar essa meta possível?**

**Fotografias digitais de alta resolução dos tipos primários e secundários**

**Mapas genômicos para separar as espécies – **DNA barcoding****

**Publicações eletrônicas**

**Museus virtuais**

## **Quem conduzirá os estudos?**

**Estima-se que existem 6000 taxonomistas trabalhando em todo o mundo**

**Financiamento para taxonomia é pequeno**

**Formação de técnicos e pesquisadores especialistas em museus deveria ser pelo menos duas vezes maior**

**Taxonomia perdeu lugar no ensino e na pesquisa da biologia**

**Biologia expandiu e dividiu-se em subdisciplinas**

**Willi Hennig – sistemática filogenética**

**Sequenciamento do DNA**

## **Relações Genéticas**

- **Existe entre indivíduos dentro de populações**
- **Inclui relacionamento ancestral-descendente**
- **Populações sexuadas - trama de relacionamentos**
- **Medidas de relacionamento genético - índices de similaridade genética**

## **Relações Filogenéticas**

- **Existe entre linhagens (espécies, genes)**
- **Inclui relacionamento ancestral-descendente e, mais indiretamente, baseado em ancestralidade comum**
- **Relacionamento filogenético entre espécies e linhagens são semelhantes à árvores**
- **Não pode ser medida por índices de similaridade**

## **Relação Filogenética**

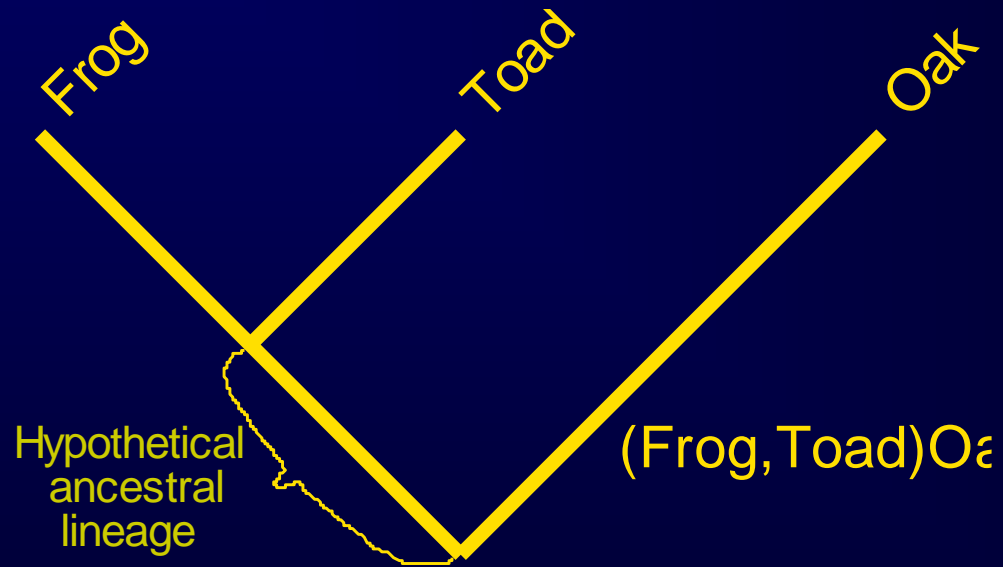
- **Reconstrução filogenética é dominada pela busca da ancestralidade e relacionamento ancestral-descendente**
- **Na filogenia moderna existe ênfase em relacionamentos indiretos**
- **Dado que todas as linhagens são relacionadas, proximidade de relacionamento filogenético é conceito relativo**



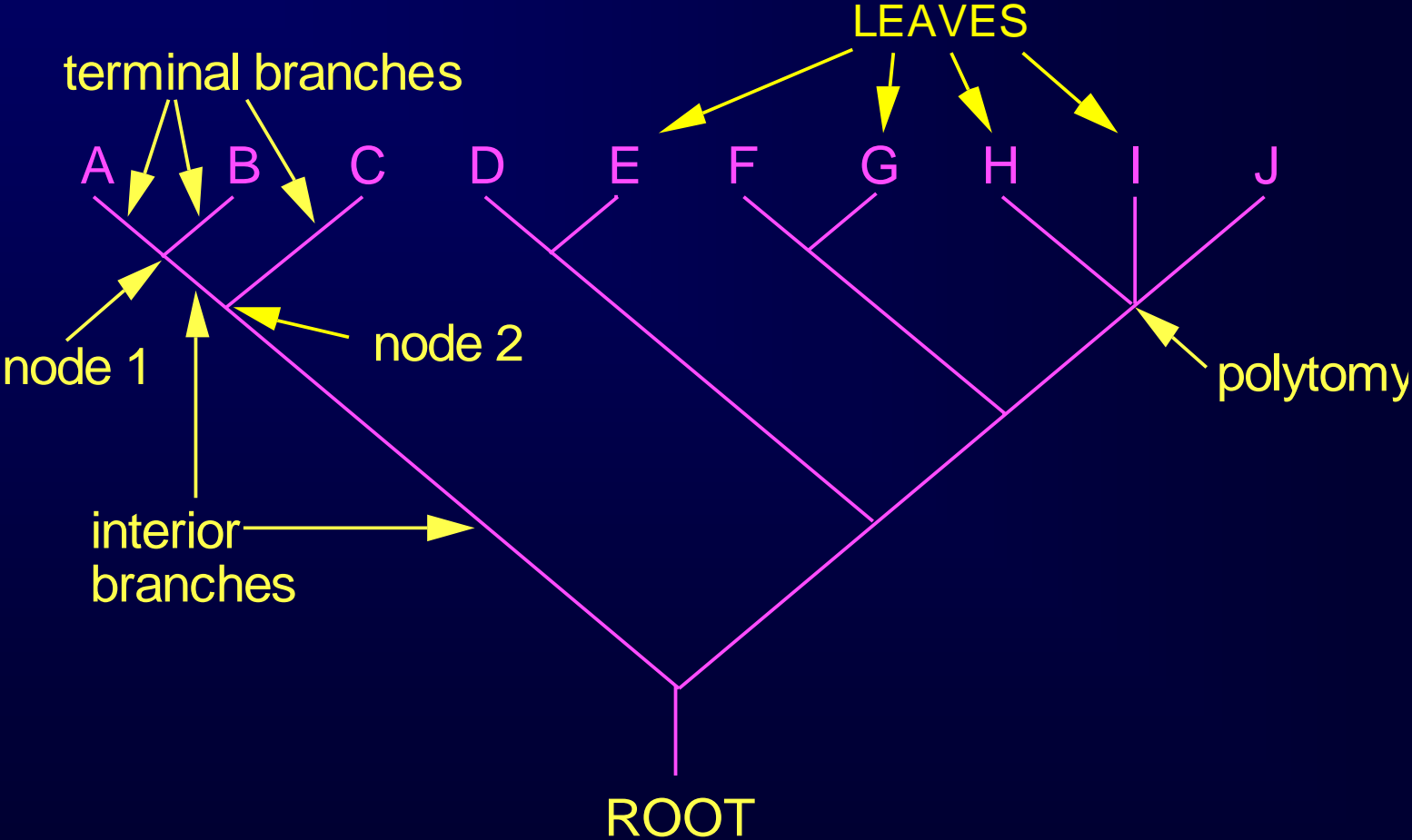
## **Relação Filogenética**

- **Duas linhagens são mais relacionadas entre elas do que com outras linhagens se elas possuírem ancestral comum – conceito cladístico**
- **Hipóteses filogenéticas são de ancestralidade comum**

# Relação Filogenética



# Cladograma



## **Caráter e estados do caráter**

- **Organismos compreendem conjuntos de feições**
- **Quando os organismos diferem por feições de caracteres, a condição diferente é denominada estado do caráter**
- **Os vários estados constituem um caráter**

## **Evolução do caráter**

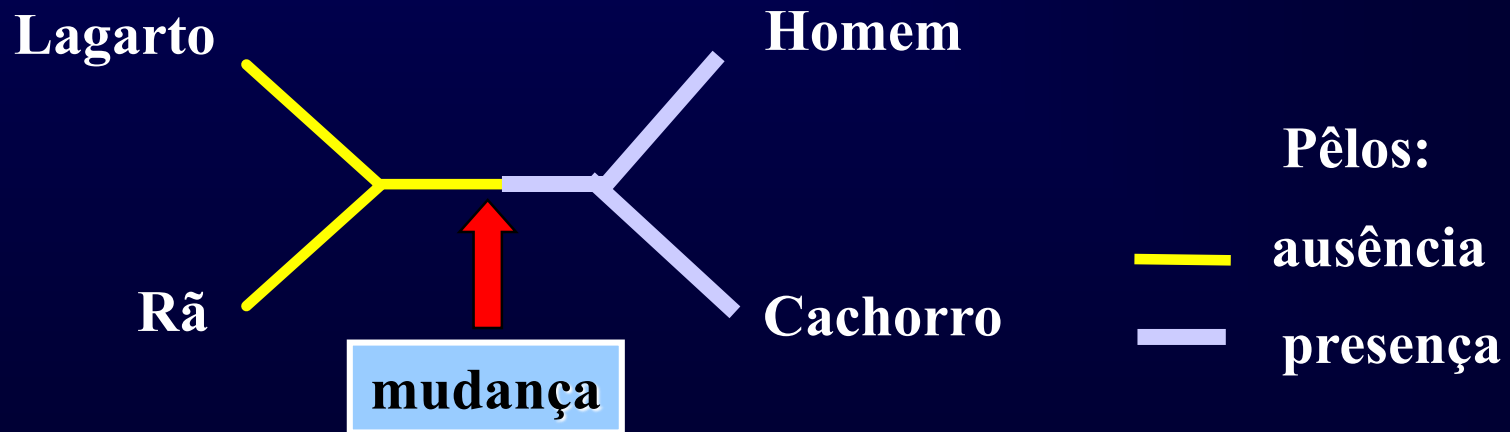
- **Alterações herdadas (em morfologia, sequências de genes, etc.) produzem diferentes estados de caráter**
- **Similaridades e diferenças em estados de caracteres são a base para inferências filogenéticas (representam evidências de relacionamento evolutivo)**
- **A utilidade destas evidências depende do quanto as mudanças ocorrem e se são independentes**

## Caracteres únicos

- Dada uma mudança evolutiva única, a presença daquele estado de caráter em qualquer taxa deve ter sido herdada de ancestral comum
- Semelhantemente, a ausência em qualquer taxa é porque não são descendentes daquele ancestral
- A novidade é uma **HOMOLOGIA** que atua como evidência de ancestralidade comum
- Os táxons que possuem aquela homologia formam um clado

## Caracteres únicos

- Dado que os pêlos evoluíram uma única vez e não são reversões (não foram perdidos), a presença de pêlos é homologia que indica ancestralidade comum



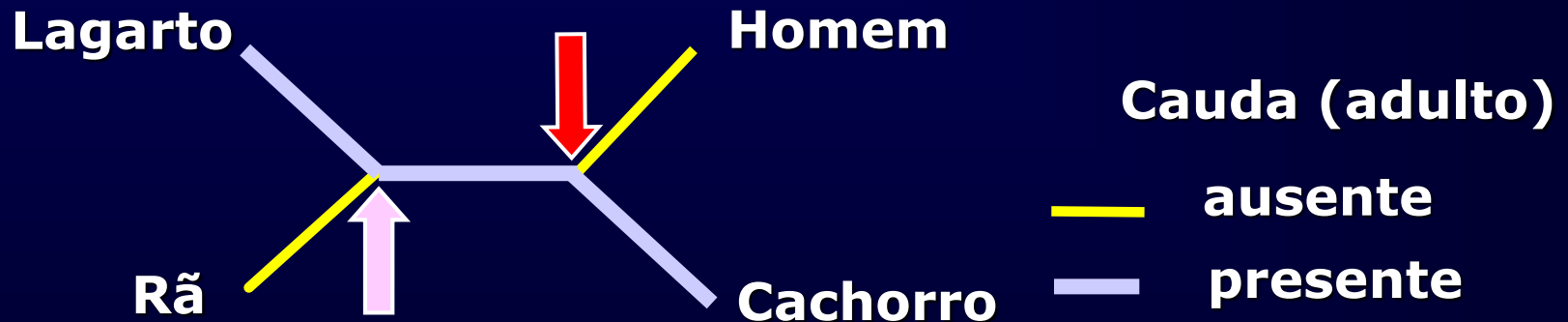
## **Homoplasia – Evolução independente**

- **Homoplasia é similaridade que não é homóloga (não é devida a ancestralidade comum)**
- **É o resultado de evolução independente (convergência, paralelismo, reversão)**
- **Relações filogenéticas falsas (se interpretadas como homologias)**



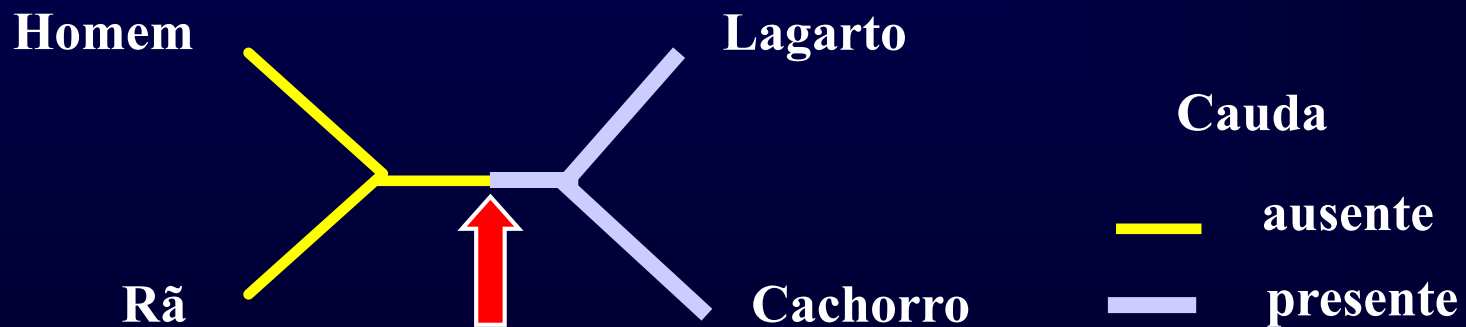
## Homoplasia – Evolução independente

- Perda da cauda evoluiu independentemente em humanos e rãs – existem 2 passos na árvore verdadeira



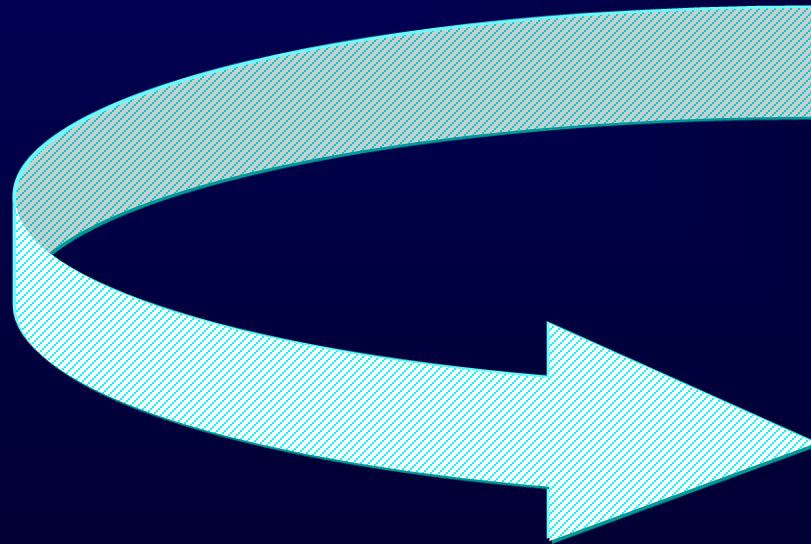
# Homoplasia – Falsa evidência de relacionamento evolutivo

- A ausência de cauda agruparia homem e rã em um mesmo clado



# Sequenciamento genômico

## Problemas no início

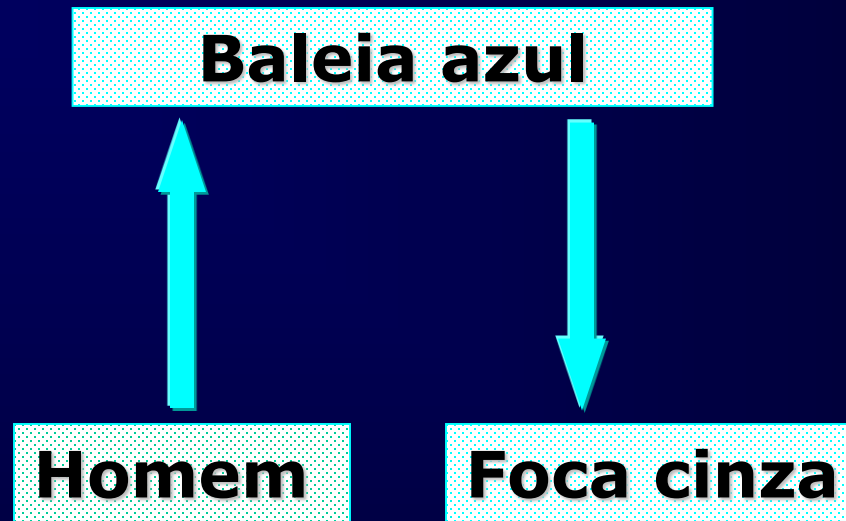


# Filogenia molecular de vespas parasitas

Insetos em 3 grandes grupos



# Baleia Azul – dentro de Primata



**Facilidade para obter seqüências de genes**

**Baixo custo do sequenciamento**

**Análise das bases de dados**

- **Programas de computador**
- **Computadores velozes**
- **Estudos teóricos**
- **Modelos de evolução**
- **Métodos estatísticos**

- **Atualmente a formação de recursos humanos é pequena e existem poucos taxonomistas**
- **A maioria dos pesquisadores está explorando alguns aspectos da diversidade de poucos organismos**
- **Nos últimos 50 anos o número de espécies cresceu de 1,4 para 1,6 milhões**
- **5% dos organismos descritos são conhecidos em aspectos da biologia**

- **As universidades abandonaram a taxonomia em detrimento de disciplinas mais novas da biologia e em grande expansão**
- **Sequenciamento das bases do DNA tem merecido a atenção de pesquisadores, estudantes e administradores**



**Distribuição geográfica dos taxonomistas é inversamente proporcional a biodiversidade da região**

**82% da população mundial vive em países menos desenvolvidos**

**Estes países têm 15% dos recursos mundiais**

**80% da biodiversidade**

**Recursos humanos – uma necessidade**

## Taxonomia no Século XXI

**poucos organismos são bem conhecidos**

**T. cruzii**

**P. falciparum**

**An. gambiae**

**a maioria é pouco conhecida**

**Anopheles sanctielli**

**Bironella simmondsi**

- **Expansão da população mundial de 2,5 bilhões para 6,3 bilhões desde a década de 1950**
- **Aumento de consumo dos recursos naturais**
- **Aumento da devastação ambiental**
- **Extinção de 2/3 das espécies, muitas ainda desconhecidas**
- **Necessidade urgente de recursos humanos para acelerar estudos taxonômicos exploratórios**

## **Preservação das espécies dependerá da existência de mundo sustentável**

- **Estabilidade de população humana mundial**
- **Níveis sustentáveis de consumo**
- **Melhor tecnologia**



**Conhecimento dos organismos**



**Medidas de conservação adequadas para um  
mundo sustentável**

- **O que interessa saber apenas identificar os organismos seja por morfologia ou outra técnica de DNA se não se conhece nada sobre a biologia deles?**

**▪ Não seria mais interessante estudar a diversidade, distribuição geográfica, ecologia e sistemática dos organismos?**

- **Como esses organismos variam em relação à latitude e longitude?**



**Em futuro próximo, será possível coletar um espécime, obter parte do DNA, sequenciar e uma máquina nos dará as informações se é espécie nova ou qual é ela e a sua posição filogenética**



**MAS . . . . .**

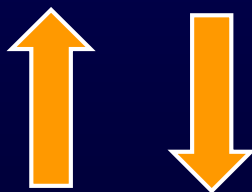
# A coleta de espécimes sempre será fator limitante

**Quem vai coletar?**

**O que coletar?**

**Onde?**

**Quando coletar?**



**Conhecimento dos organismos**

**Necessidade de biólogos que sejam capazes de reconhecer e achar os organismos no campo**



**Não basta apenas conhecer as espécies**

**Diversidade intraespecífica**

**Diversidade interespecífica**

**Diversidade dos ecossistemas**

**Produção taxonômica não tem acompanhado a intelectual**

**Conhecimento intelectual dobrou a cada 33 anos antes da era da informação tecnológica**

**Reduziu para seis anos na década de 1970**

**Para 1,5 anos em 2000**

**Dobrará várias vezes ao ano em futuro não muito distante**

**Porém, a taxonomia....**

**Dobrava a cada 50 anos no final do século XVIII**

**Na metade do século XX, diminuiu para 100 anos e  
agora está próximo de 200 anos**

**Tendência é inaceitável se pensarmos na  
necessidade de estudos sobre biodiversidade**

**Estudos de conservação ambiental**

## **Taxonomia de código de barras de DNA**

**Falta a base tradicional da taxonomia**

**Poderá matar o conteúdo intelectual da taxonomia**

**DNA poderá ajudar a reconhecer e separar espécies hipotéticas**



**Crescimento rápido da filogenia molecular**  
**Facilidades para obter sequências de DNA**  
**Diminuição dos taxonomistas tradicionais**



**Inserir a taxonomia dentro da era molecular**  
**Uso de sequências gênicas para nomear e identificar os organismos**

## Tautz et al. (2003)

- Regras de nomenclatura seriam substituídas
- Tipo seria substituído por seqüência gênica “tipo” de espécime testemunha
- Mandatório

**Hebert et al. (2003)**

- **Uso de sequências de genes padrões para identificar espécimes (COI mtDNA)**
- **Categorias superiores seriam definidas pelas sequências de aminoácidos**
- **Espécies pelas sequências de nucleotídeos**

## Propostas problemáticas

- **Subjetividade dos alinhamentos**
- **Homologias – como distinguir cópias ortólogas de parólogas?**
- **Qual gene seria adequado para o grupo em estudo?**
- **O gene seria constante dentro da espécie e distinto entre elas?**
- **Qual seria o grau de divergência para separar espécies?**

**Como definir o grau de divergência se os padrões de evolução das espécies não são idênticos?**

**Desenvolvimento de isolamento reprodutivo lento pode ocasionar diferenças genéticas acentuadas, mas os organismos se inter cruzam**

**Desenvolvimento de isolamento reprodutivo rápido  
pode ocasionar diferenças genéticas pequenas, mas os  
organismos não se inter cruzam**

**Lee (2004)**

**Divergência de seqüências é método problemático para determinar os limites de espécies**

**Defende o uso de marcadores potencialmente relacionados ao critério biológico de espécie, ou seja, ligados ao isolamento reprodutivo**



**Lee (2004)**

**Propõe abordagem multidisciplinar para definir espécies**

**Genética**

**Morfológica**

**Etológica**

**Caracterizar o  
limite da espécie**



**Seqüências gênicas padrões**



**Reconhecer os  
limites**



**Identificar  
indivíduos**

**Lee  
(2004)**

**Lee (2004)**

**Usar as informações biológicas para levantar hipóteses sobre as unidades taxonômicas e depois definir e identificar com marcadores moleculares**