

Filogenética molecular aplicada

4. Árvores de famílias gênicas

Plano de aula

- Problema prático: como encontrar um gene de interesse em diferentes espécies?
- Relações de homologia e como interpretar árvores de famílias gênicas
- Estratégias para identificar genes ortólogos na prática

Prática: Gerar e interpretar árvores de famílias gênicas

Entendendo a história de famílias gênicas

- Como identificar um gene em espécies diferentes?
- Relações de homologia

Buscando genes de interesse em espécies diferentes

- Estudo da composição de aminoácidos do veneno de serpentes (metaloproteinases)



Crotalus durissus
(cascavel)
América do Sul



Crotalus catalinensis
México



Crotalus stephensi
América do Norte

Buscando genes de interesse em espécies diferentes

- Estudo da composição de aminoácidos do veneno de serpentes (metaloproteinases)

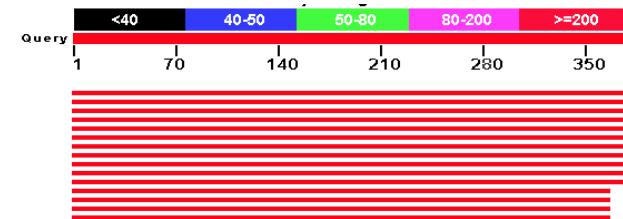
Sequência de referência

GenBank: AF378675.1

[GenBank](#) [Graphics](#)

>AF378675.1 *Crotalus scutulatus* scutulatus GP-III metalloproteinase precursor, gene, partial cds

```
GCCCCCAAAATGTGGGTAACCGAGACTTGGGAATCAGATGAGGCCATAAAAAGCTTCAGTTA  
ATTGTTACTCTGAACAAACATACTTGGATGCCAAAAAACAGAAATGGTCAGGAATACATGACA  
GTTTAACTGCTATAAGAACAAAGGCATATGAAATTGTCACACTTTAAATGAGATTCAATATTGTGTA  
CCATTCACTGGCTACAATTGGCCAATAGAGATTCTTAAATGTCAGTCAGCAGTAACGTGTTACT  
TTGGACTTATGGAGAATGGAGAAGAAAGTCTTGTGAATCGCAGAAGGCAGGATACTGGCTCAGTT  
ACTCACGGTGGATGAAACTTACCTGGCAGCATGTGCCACCGGAAGCTTCTGCAGGAATTGTTCA  
GATCATAGCACAATACATTGTTGAAATTACAATGGCCCATGAGCGTGTGGCAACCTAGGCAC  
GTGTGCCATAGGTGGCACACCATGCCAGCTGGTTTATAAAACCTTTGCTTAGGCCTCCGCCA  
CCATGTGCAAAAAAAAAAAAAGGTTCAATCAATCAATTCACTTCTGCCGGAAAAAAAAGAT  
CTCACAAAGTTGGAAATTGAGTGATTGAAATTTTAGTCCCCCCCAGGCTGCCACAGGCCACCCAATTG  
GTCACACCCACCAATTGGCAAACCTACCCGGTGGCTACACCTACTGTTACCCAAACGATACATAAGT  
GGGTTTGGTTGCAGTTGGCACTCAGTCTAAAGGTTACCATCACTGGCAATGAGTGGGTCA  
AATCTGGGATTAATCATGACAGAAATTCTGTACTTGCAGTCAACTCATGCATTATGGCTCTGTT  
TAAGTGATCAATCTCCATTCACTTCAATGAACCCCTGTGACAGATATTGTTCCCTGCAGTTGGAATGAA  
CTTTGGAGGGGGAGAAGAA
```



Buscando genes de interesse em espécies diferentes

- Estudo da composição de aminoácidos do veneno de serpentes (metaloproteinases)

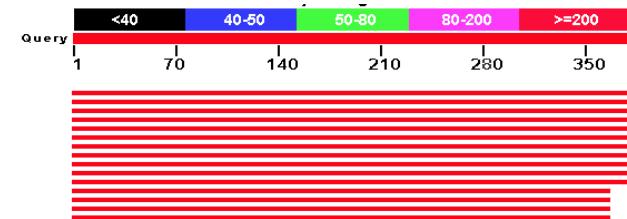
Sequência de referência

GenBank: AF378675.1

[GenBank](#) [Graphics](#)

>AF378675.1 *Crotalus scutulatus scutulatus* GP-III metalloproteinase precursor, gene, partial cds

```
CCCCC...AATGTG...TAAC...ACTTGG...ATCAG...TGAG...CCC...CATCAA...AGCT...TCAGTT  
ATTG...TACT...CCTG...AACACA...AACAT...ACTTGG...ATGCC...AAAAAA...ACGA...AAATG...GTCA...GGAA...ATAC...ATGACA  
GTTA...ACTG...CTATAAG...AACAA...AGGC...CATATG...AAATTG...TCAC...ACTT...AAATG...AGATT...TCATATT...CGTGTG  
CCATT...CACTG...GCTACA...AAATTG...CCAATAG...AGATT...CATTAA...ATG...CAGT...CAGC...AGTA...ACTG...TTACT  
TTGG...ACTT...TTGG...GAGA...AGGAGA...AGAAAG...TCTG...CTGA...ATCG...CAGA...AGGC...CAGG...ATCTGG...CTCAGTT  
ACTC...ACGG...TGGAT...GAAACT...TACCAT...TGGG...CAGCAT...GTG...CCAC...GGAA...GCTT...TCG...CAGG...ATTG...TTTCAG  
GATCAT...AGCAC...AAATAC...ATTTAT...GTTG...GAAATT...ACAT...GGCC...CATG...GGCG...AACCT...TAGGC...CAC  
GTGTG...CCATAG...TGGC...CACACC...ATCG...CCCC...CAGT...GGGTTT...TAAA...ACCT...TTT...GCTT...TAGG...CCT...CCGCCA  
CCAT...GTG...CAAA...AAAA...AAAA...AGG...TCAAT...CAAT...CAATT...CAACT...CTCG...CGGG...AAAA...AAAGAT  
CTCAC...AAAG...TTGG...AATT...GAGT...GATT...GAGT...GAAATT...TTAGT...TCCC...CCAGG...CTG...CCCC...CACAG...CCAC...AAATTG  
GTCAC...ACCC...ACCA...ATT...G...G...C...AAAC...CTAC...CCGG...TGG...CTAC...CTAC...TGG...TAC...CC...AAC...GAT...AC...ATA...AGT  
GGGTTT...GGT...TGG...CAGT...TTGG...ACTC...AGT...CT...AAAG...GTT...CAC...CAT...CTGG...CAAT...GAGT...GGG...CAT  
AATCTGG...CATT...AAT...CAT...GAC...GAA...ATT...CCT...G...TACT...TG...CGGT...G...T...ACT...CAT...G...ATT...TG...G...T...G...T...TC  
TAAGT...GAT...CAAT...CTCC...AATT...CAT...TCAG...CAATT...TAT...AGT...AAGG...TGG...AAC...AT...AGG...AGG...T...AT...CTT...ATT...AAT...CA  
TACCC...CAC...AAT...CTC...AAT...G...A...ACCC...CTG...CAC...AGA...TATT...GTT...CCC...CTG...CAG...TTT...GTG...GAA...AT...G...AA  
CTTT...GG...AGG...GG...G...G...A...G...A...G...A
```



Genes homólogos no genoma de
uma espécie do gênero (*C. atrox*)



Buscando genes de interesse em espécies diferentes

- Estudo da composição de aminoácidos do veneno de serpentes (metaloproteinases)

Sequência de referência

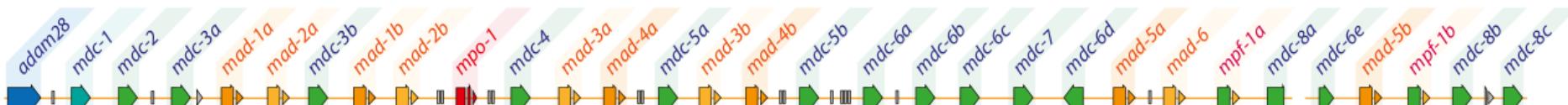
GenBank: AF378675.1

[GenBank](#) [Graphics](#)

>AF378675.1 *Crotalus scutulatus* scutulatus GP-III metalloproteinase precursor, gene, partial cds
GCCCCCAAAATGTGGGTAACCGAGACTTGGGAATCAGATGAGGCCATAAAAAGCTTCAGTTA
ATTGTTACTCTGAACAAACATACTTGGATGCCAAAATACGAAGATGGTCAGGAATACATGACA
GTTTAACTGCTATAAGAACAAAGGCATATGAAATTGTCACACTTTAAATGAGATTCAATTCTGTGA
CCATTCACTGGCTACAATTGGCCAATAGAGATTCAATTAAATGTCAGTCAGCAGTAACGTAACTGTTACT
TTGACTTATTGGAGAATGGAGAGAAAGTCTTGTCTGAATCGCAGAAGGCAGGATACTGGCTCAGTT
ACTCACGGTGGATGAAACTATACCTTGGCAGCATGTCACCGGAAGCTTCTGCAGGAATTGTTCA
GATCATAGCACAATACATTATGGTGGAAATTACAATGGCCCATGAGCGTGTGATGGCGAACCTAGGCAC
GTGTGCCATAGGGCACCATGCCAGCTGGTTTATAAAACCTTTGCTTAGGCCTCCGCCA
CCATGTGCAAAAAAAAAAAAGGTTCAATCAATCAATTCAACTCTCGCGGGAAAAAAAAGAT
CTCACAAAGTTGGAAATTGAGTGTGATTGAAATTCTGGCTGGCCACAGGCCACCCAAATTG
GTCACACCACCAATTGGCCAACCTACCCGGTGGCTACACTTACCTGTACCCAAACGATACATAAGT
GGGTTTGGTTGCAGTTGGCACTCAGTCTCAAAGGTTACCCATCACTGGCAATGAGTGGGTCA
AATCTGGGATTAATCATGACAGAAATTCTGTACTTGCCTGCTAATCATGCATTATGGCTTGTTC
TAAGTGATCAATTCCAAATTCAATTAGCAATTAGTAAAGGTTGAAACATAGGGAGTATCTTATTAAATCA
TAACCCACAATGCAATTCTCAATGAACCCCTGTGACAGATATTGTTCCCTGCAGTTGTGGAATGAA
CTTTGGAGGGGGAGAAGAA

Como identificar genes correspondentes entre espécies diferentes?

Genes homólogos no genoma de uma espécie do gênero (*C. atrox*)



Buscando genes de interesse em espécies diferentes

- Estudo da composição de aminoácidos do veneno de serpentes (metaloproteinases)

Sequência de referência

GenBank: AF378675.1

[GenBank](#) [Graphics](#)

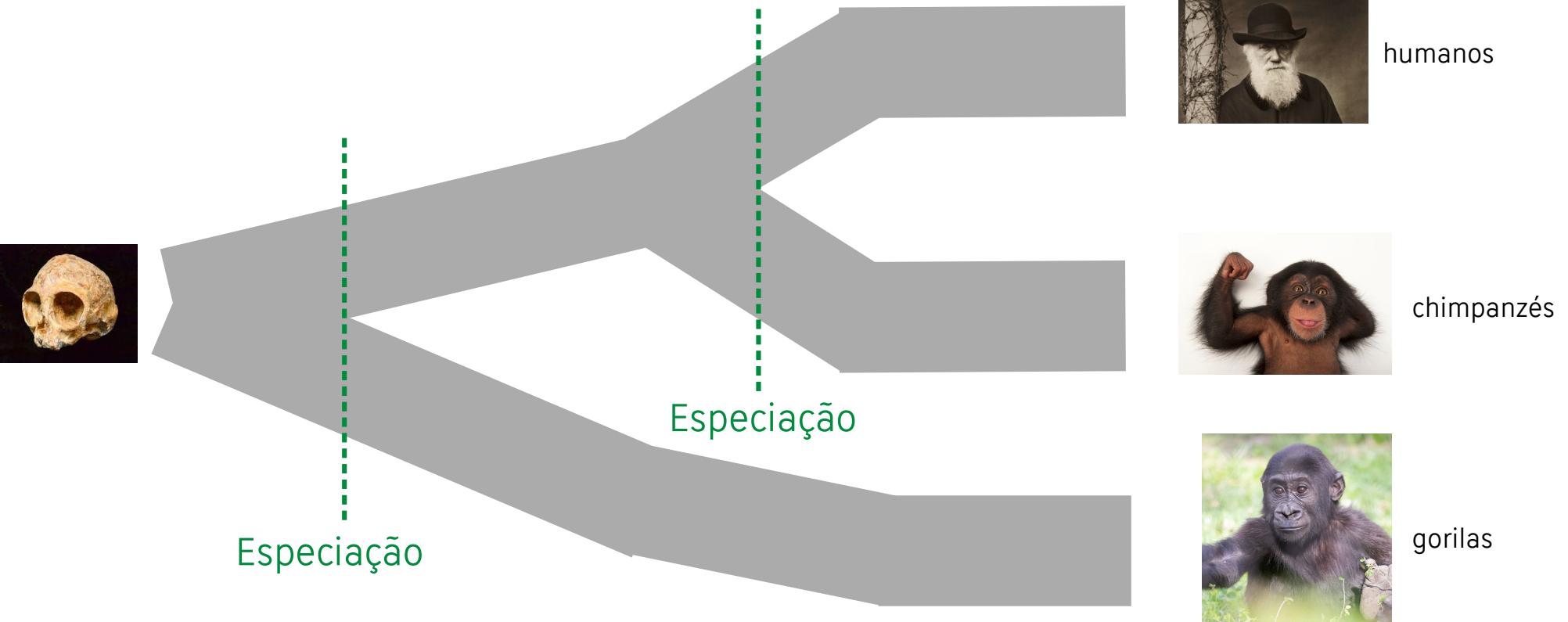
>AF378675.1 *Crotalus scutulatus scutulatus* GP-III metalloproteinase precursor, gene, partial cds
CCCCCCC...ATGTGGGTAACCAAGACTCTGGGAATCAGATGAGGCCATAAAAGCTTCAGTTA
ATTGTTACTCTGAACAAACACATACTGGATGCCAAAATCGAAATGGTCAGGAATACATGACA
GTTTAACTGCTATAAGAACAAAGGCATATGAAATTGTCACACTTAAATGAGATTCAATTCTGTGA
CCATTCACTGGCTACAATTGGCCAATAGAGATTCTTAAATGCACTGGCTCAGTT
TTGACTTATTGGAGAATGGAGAGAAAGTCTTCGCAATCGCAAGGAGGATACTGGCTCAGTT
ACTCACGGTGGATGAAACTATACCTGGCAGCATGGCACCGGAAGCTTGCGAGGAAATTGTCAG
GATCATAGCACAAATCATTTGGTGGAAATTACAATGGCCATGAGCGTGTGGCAACTAGGCAC
GTGTGCCATAGGGCACCATGCCAGCTGGTTTATAAAACCTTTGCTTAGGCCTCCGCCA
CCATGTCACAAAAAAAGGTTCAATCAATCAATTCACTCTGGGGAAAAAAAAGAT
CTCACAAAGTTGAAATTGAGTGTGATTGAAATTAGTGGCCACAGGCCACCAATTG
GTCACACCACCAATTGGCAAACCTACCGGTGGCTCACCTACTGTGACCAACGATACATAAGT
GGGTTTGGTTGAGTTGGCACTCAGTCTAAAGGTTACCATCACTGGCAATGAGTGGGTAT
AATCTGGGATTAATCATGACAGAAATTCTGTACTTGGGTGTAACATGATTGGCTGTT
TAAGTGATCAATTCCCAATTCAATTAGTAAAGGTTGAAATAGGGGTATCTTATAATCA
TACCCACAATGCAATTCTCAATGAAACCCCTGTCACAGATATTGTTCCCTGAGTTGTGGAATGAA
CTTTGGAGGGGGAGAAGAA

Genes homólogos no genoma de uma espécie do gênero (*C. atrox*)

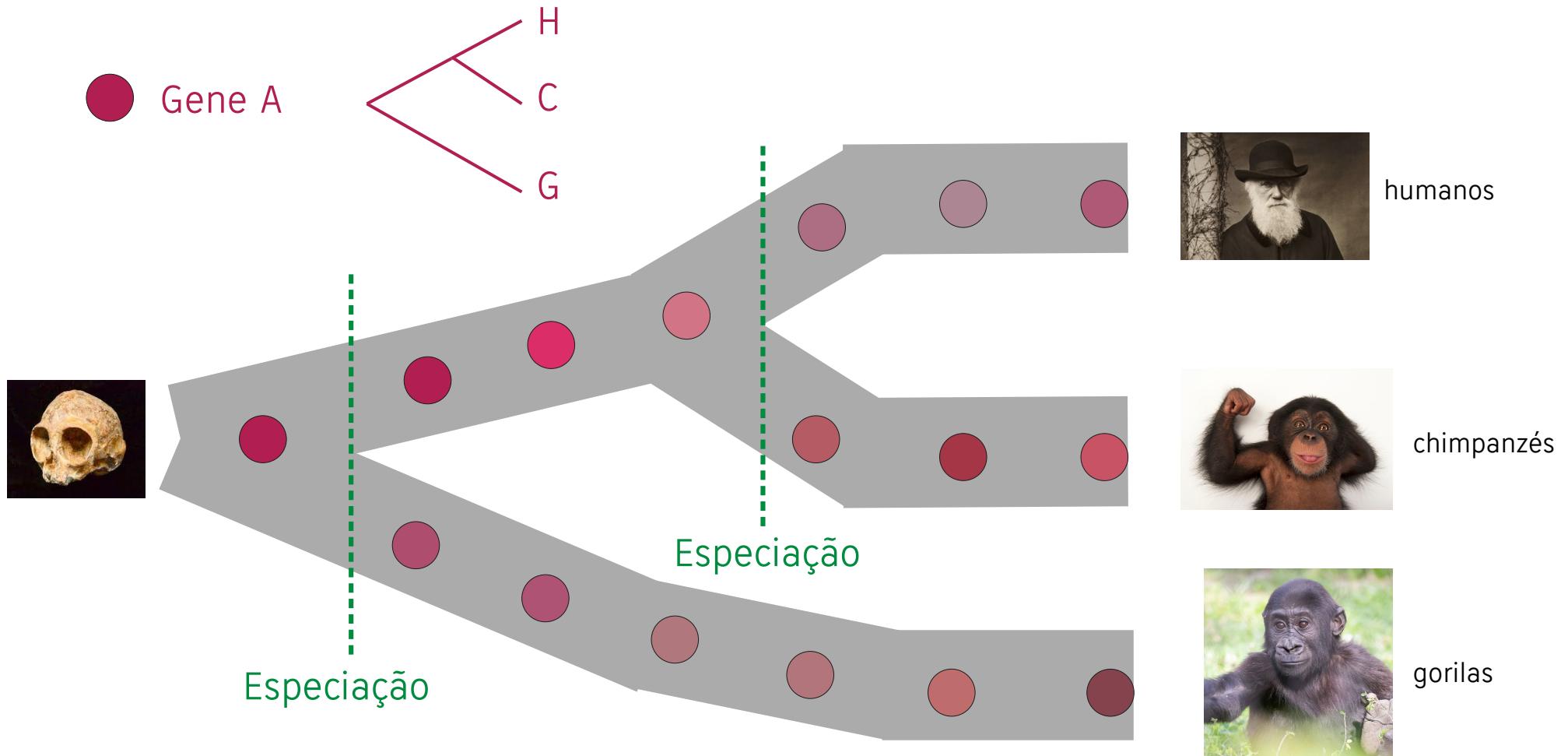


Filogenias!

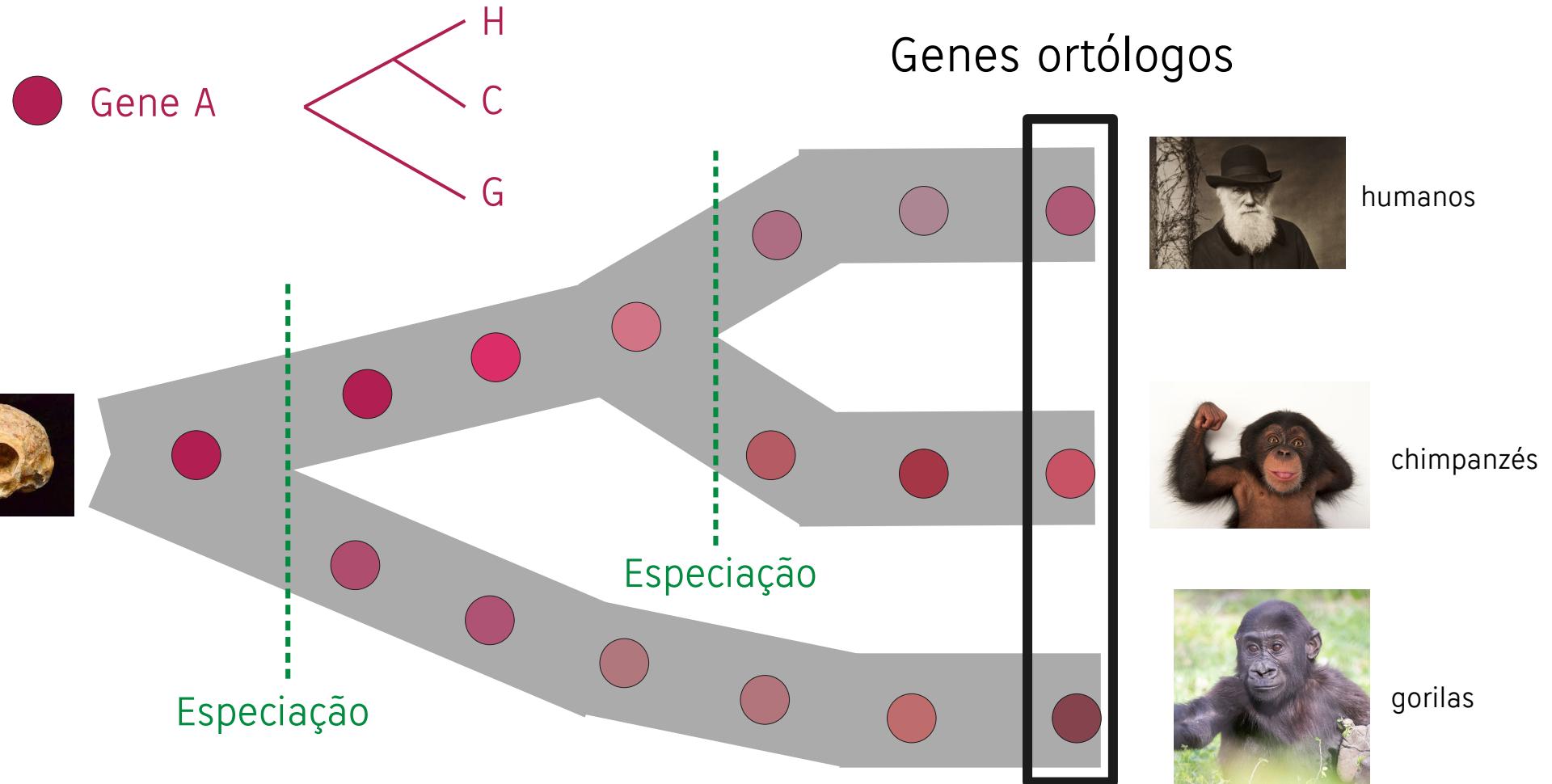
Reconstruindo a história evolutiva de um gene



Reconstruindo a história evolutiva de um gene



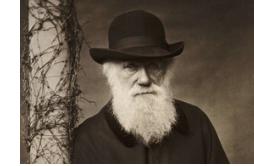
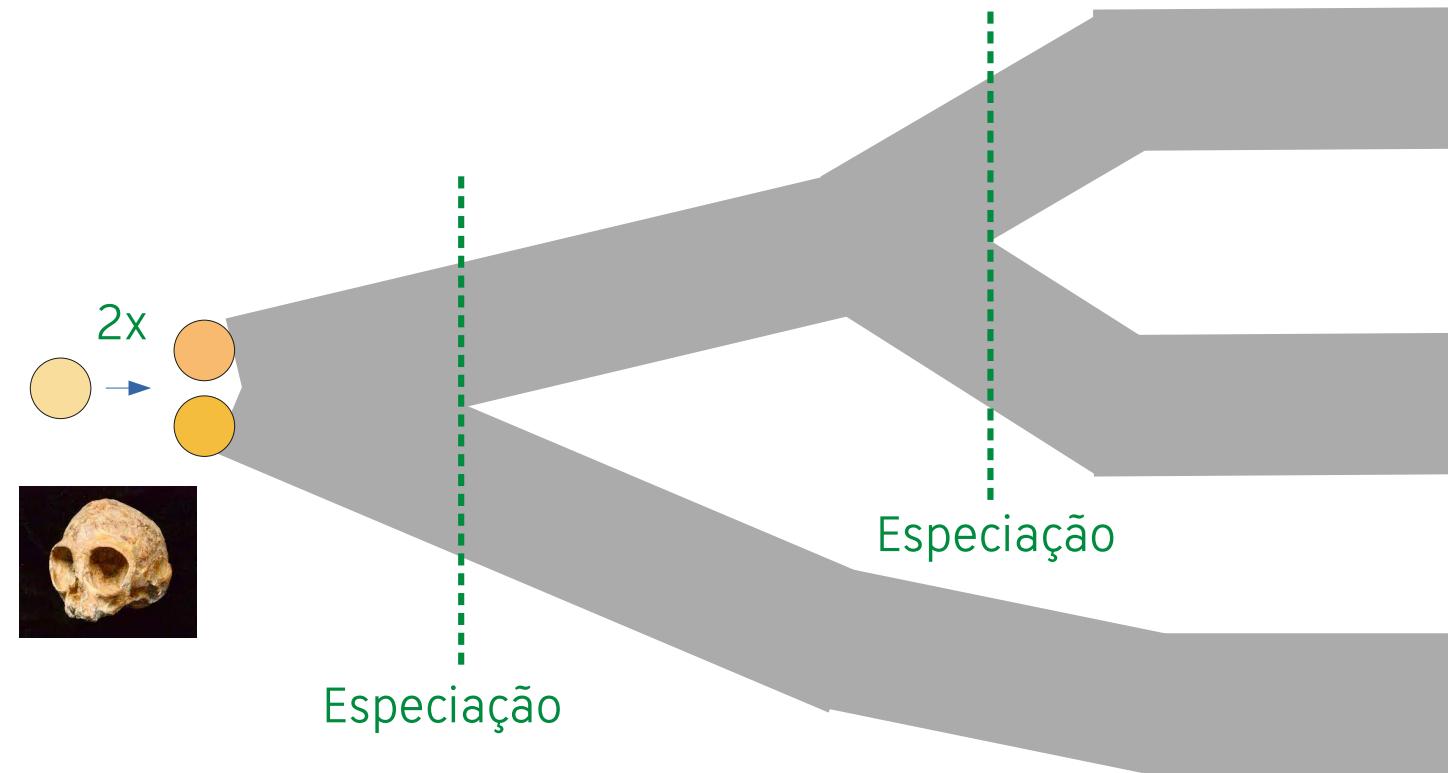
Reconstruindo a história evolutiva de um gene



Reconstruindo a história evolutiva de um gene



Gene B



humanos



chimpanzés

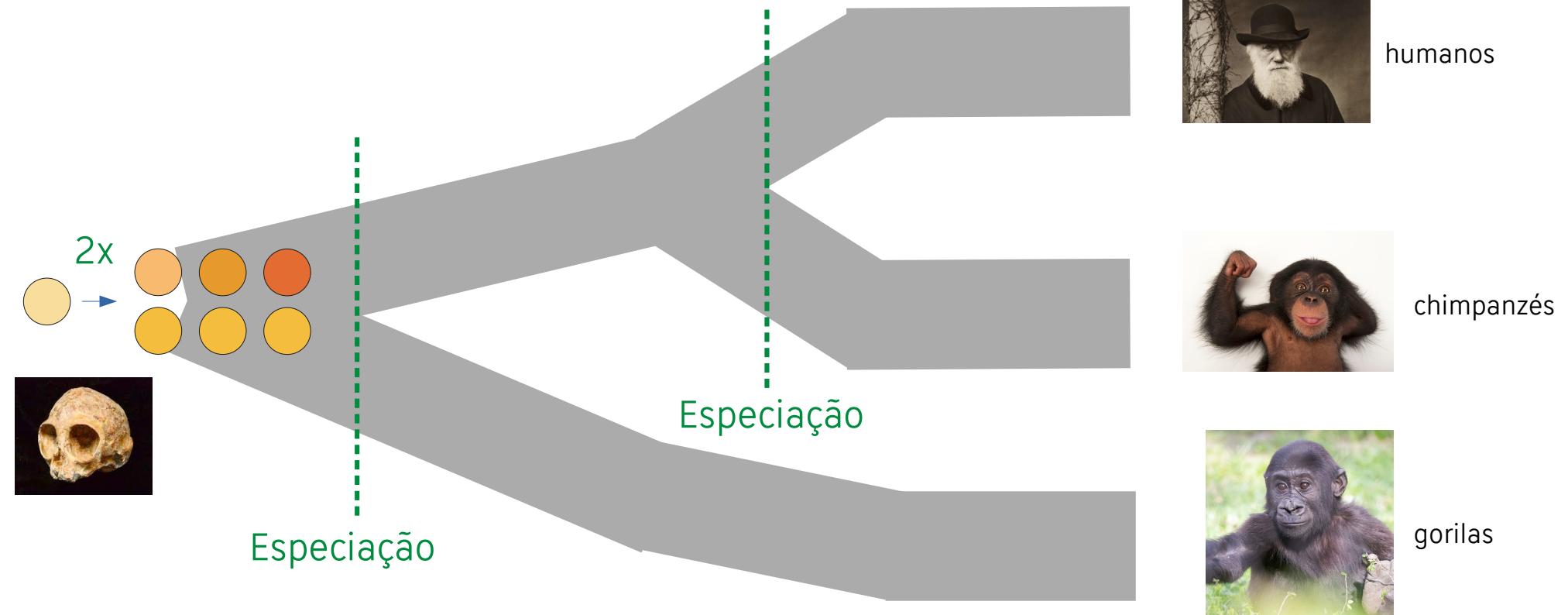


gorilas

Reconstruindo a história evolutiva de um gene



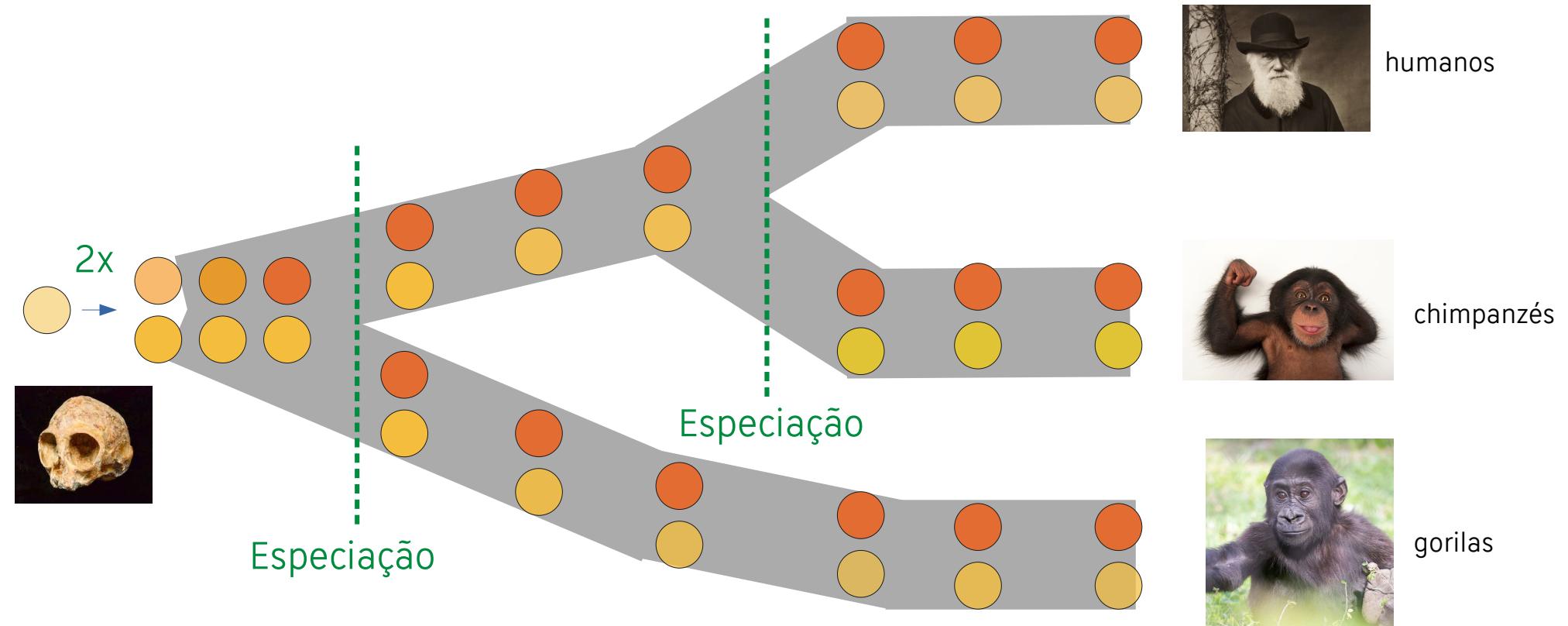
Gene B



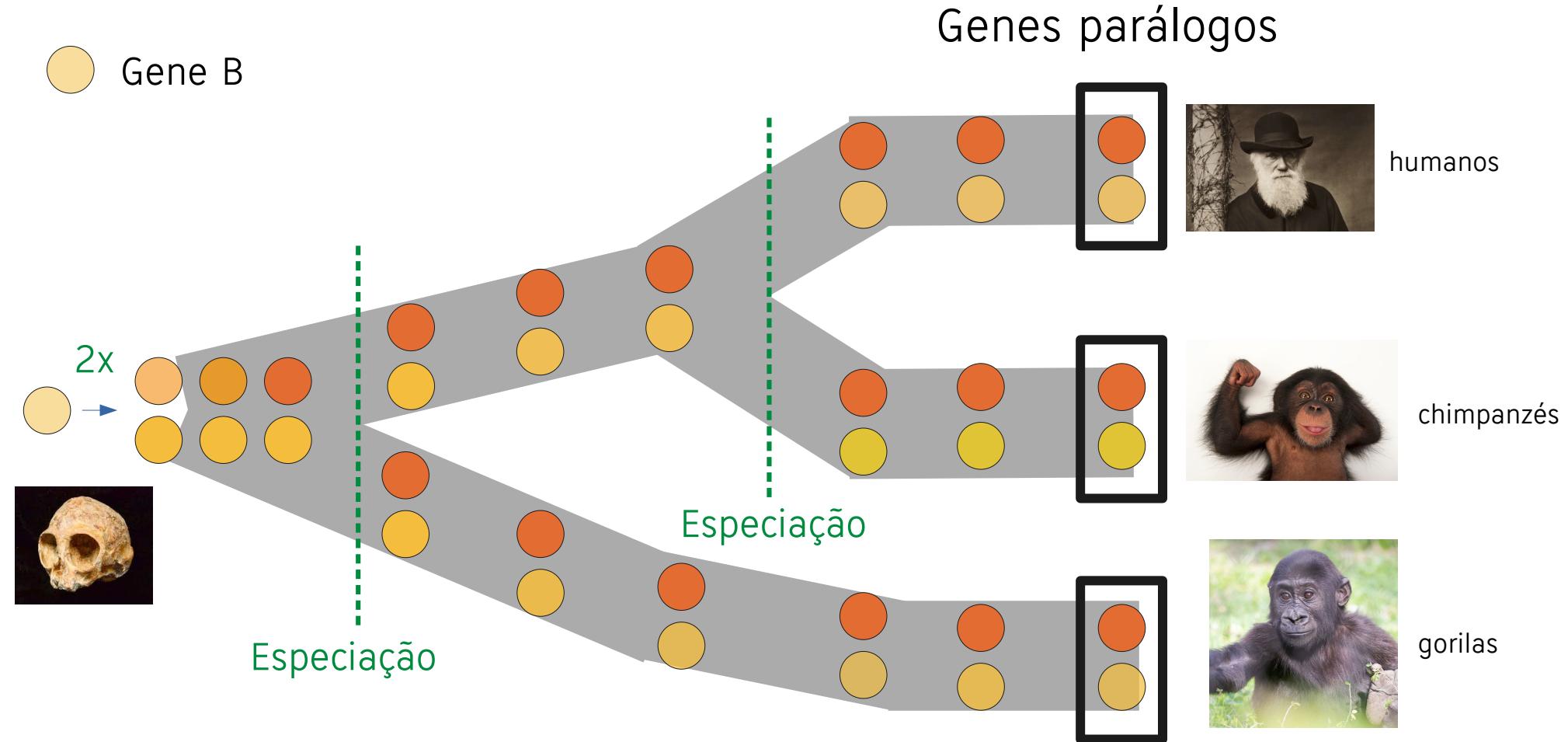
Reconstruindo a história evolutiva de um gene



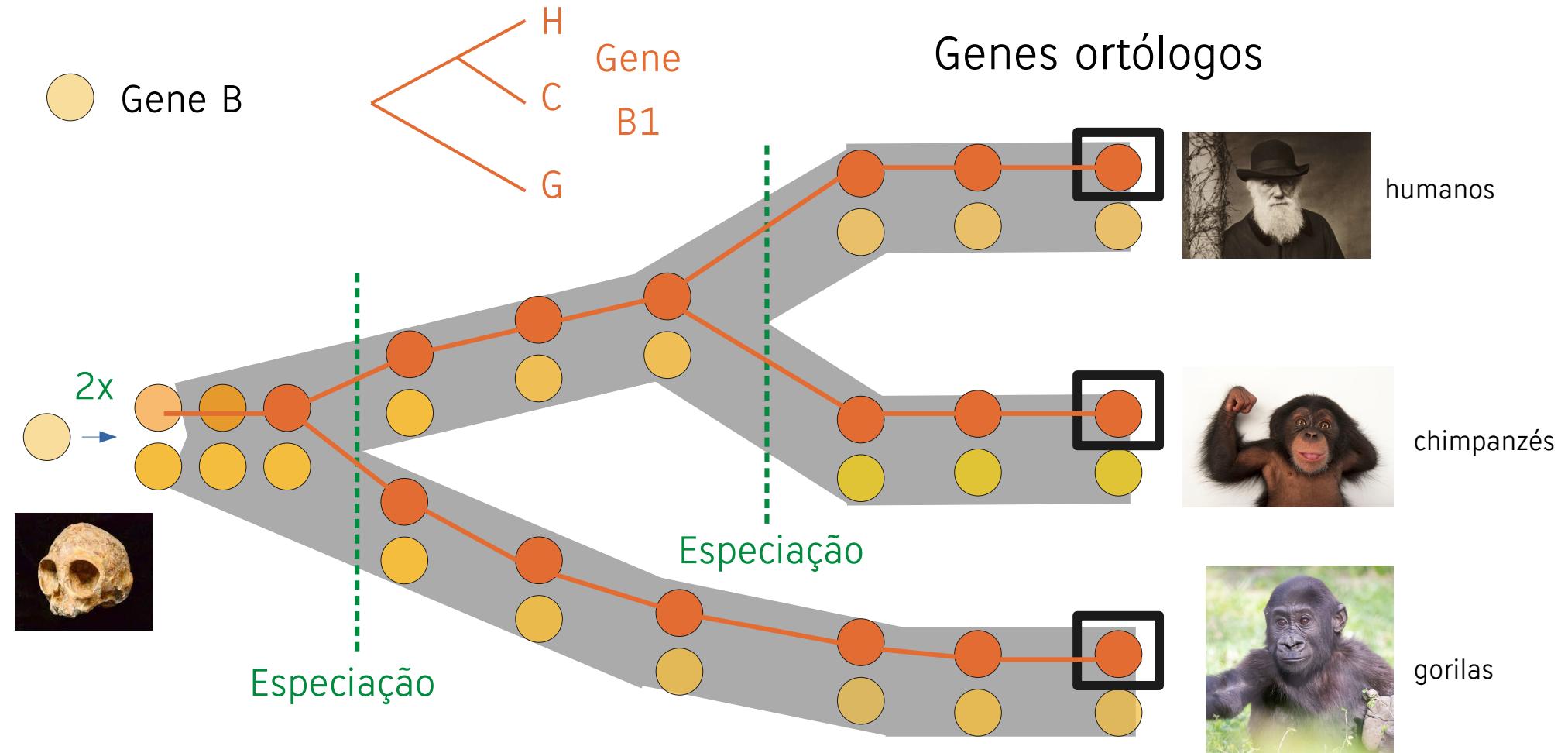
Gene B



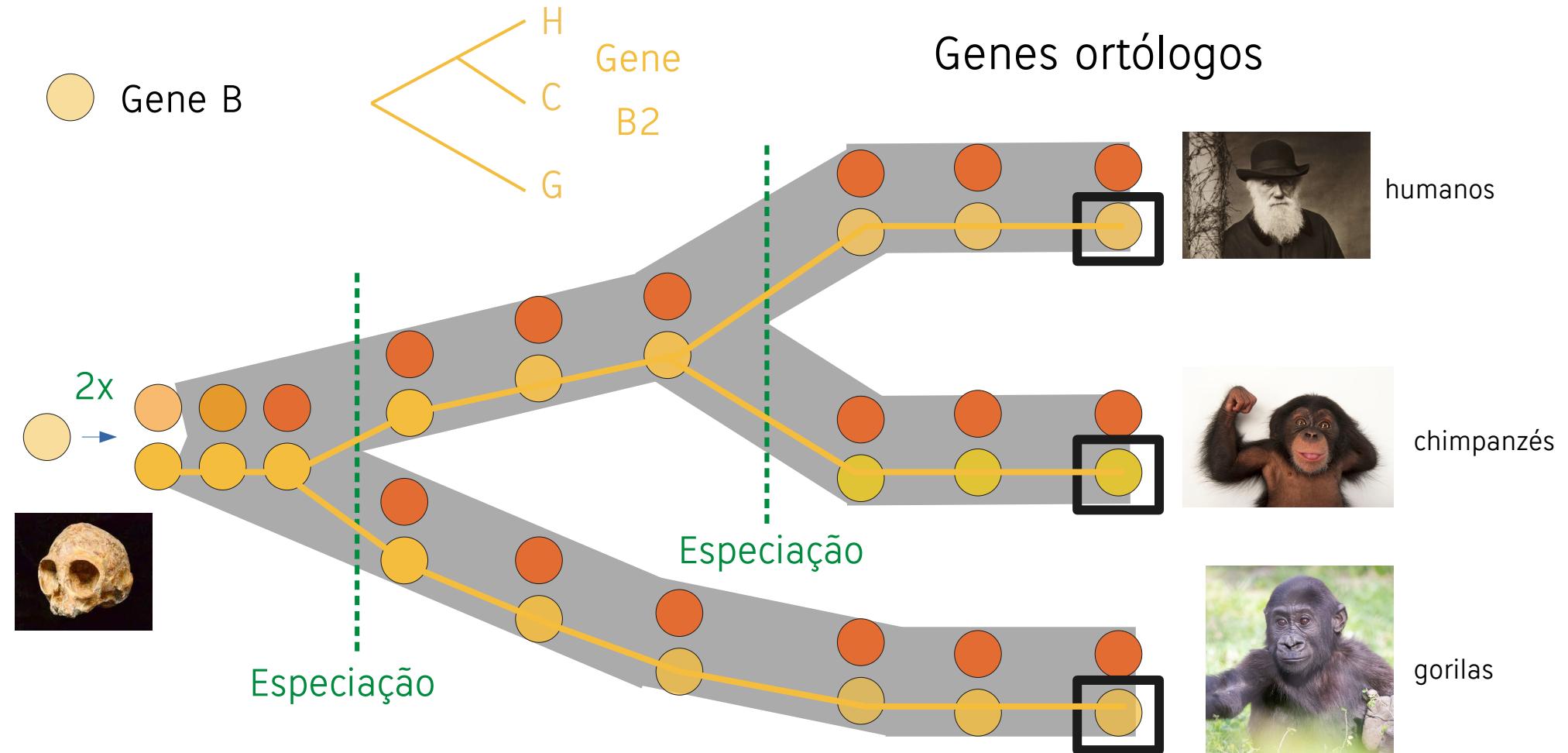
Reconstruindo a história evolutiva de um gene



Reconstruindo a história evolutiva de um gene



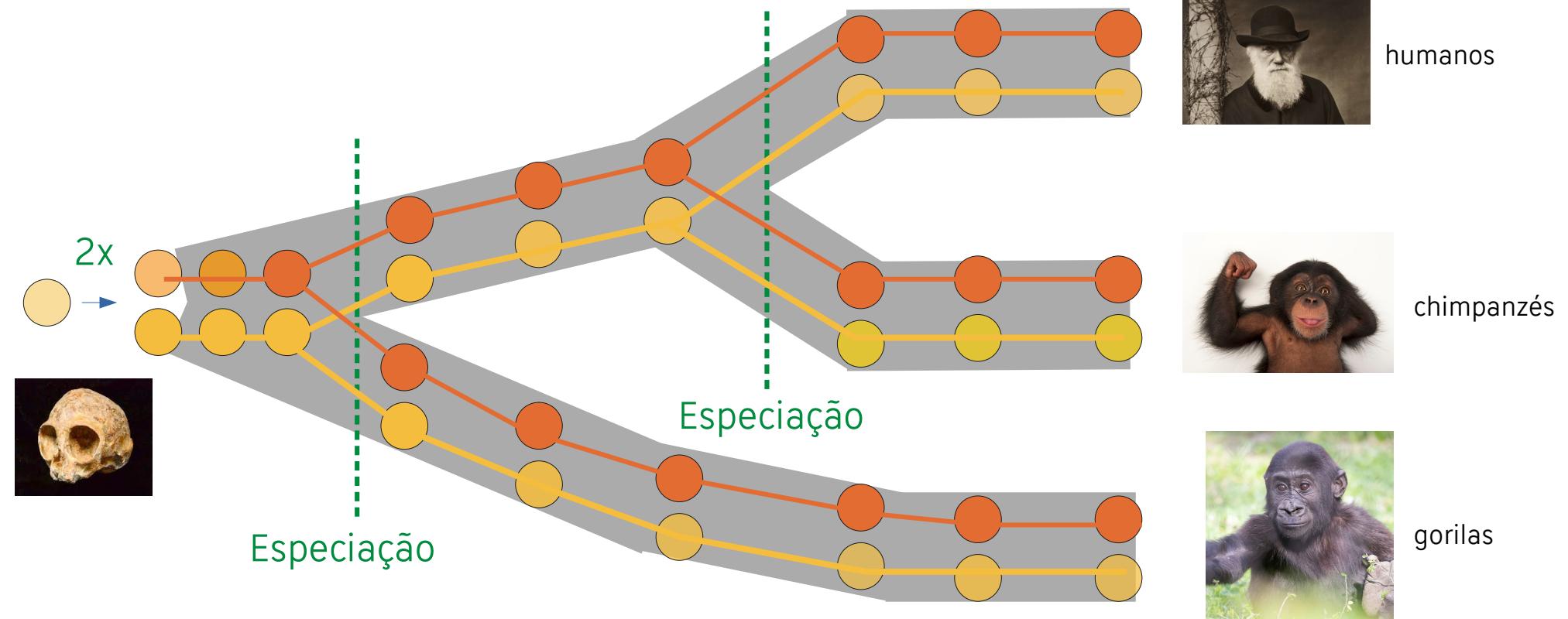
Reconstruindo a história evolutiva de um gene



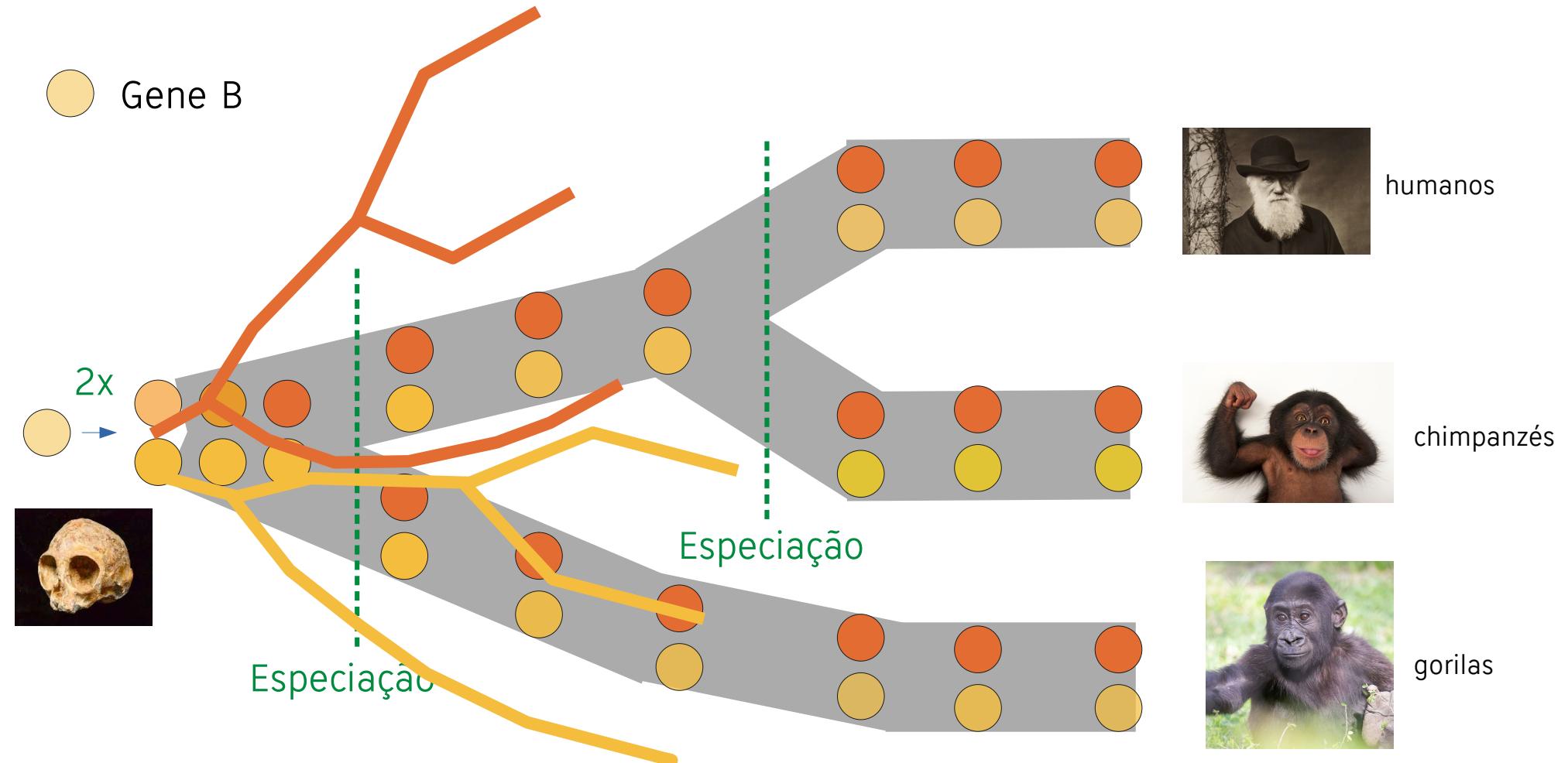
Reconstruindo a história evolutiva de um gene



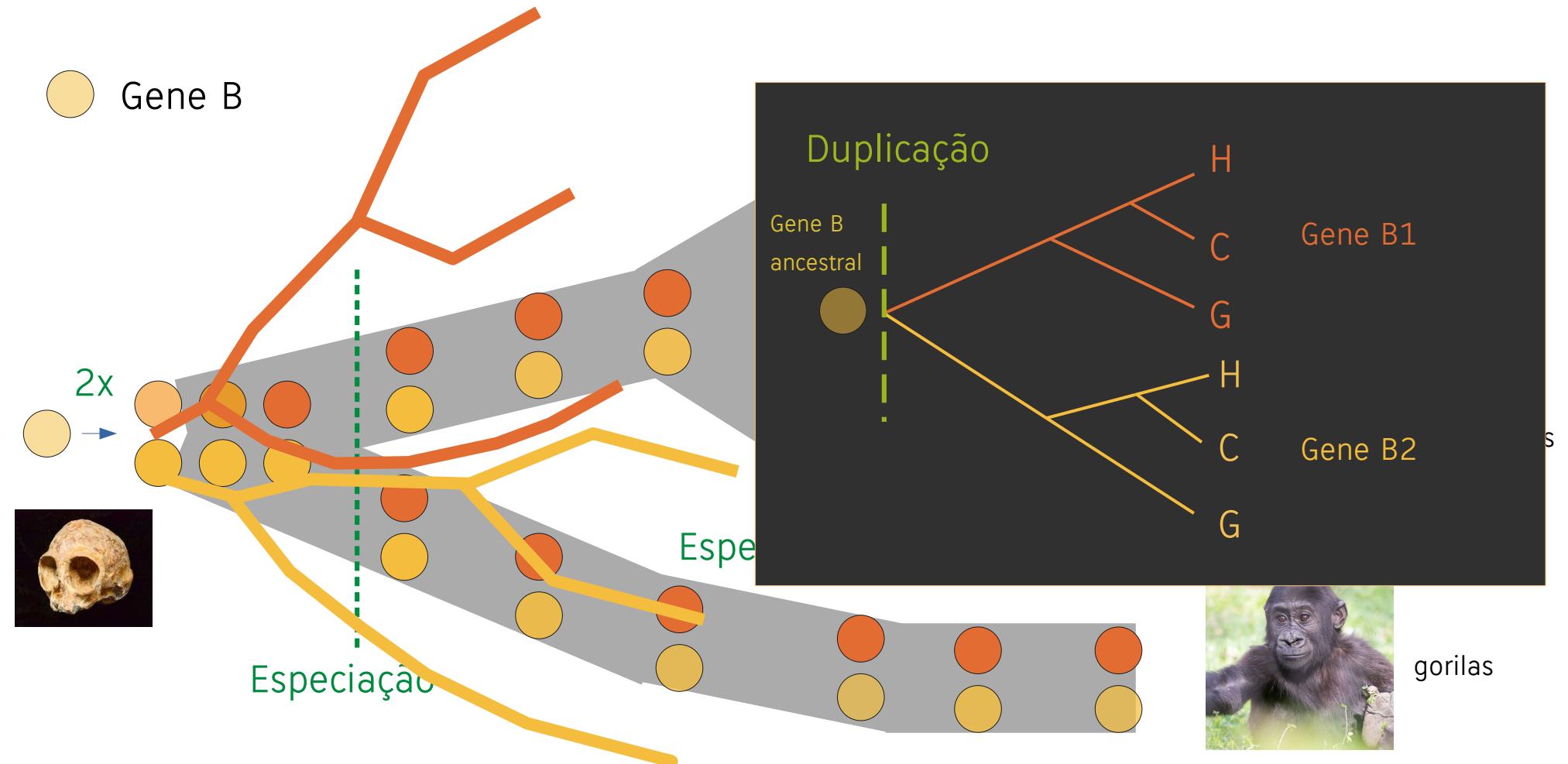
Gene B



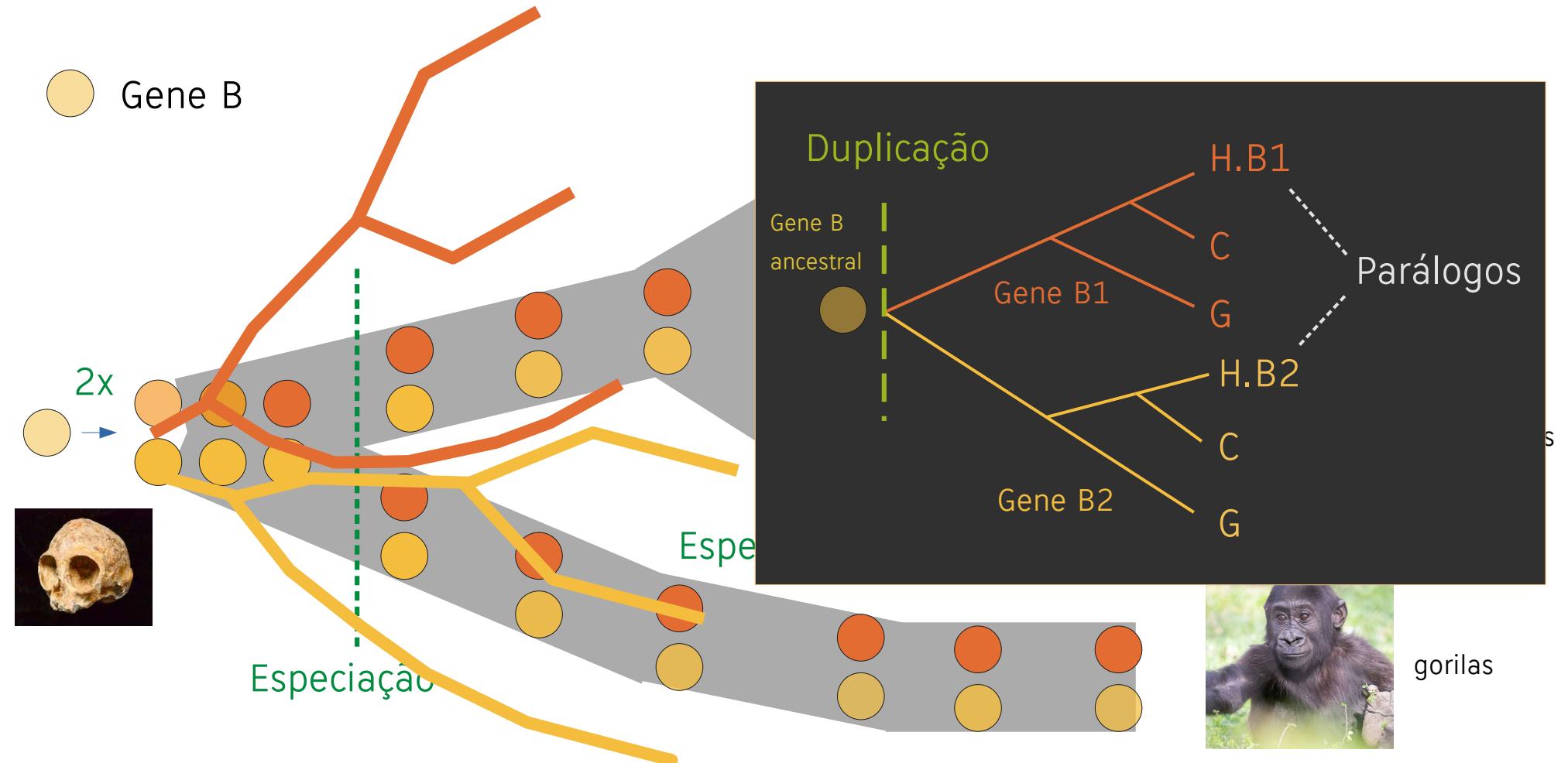
Reconstruindo a história evolutiva de um gene



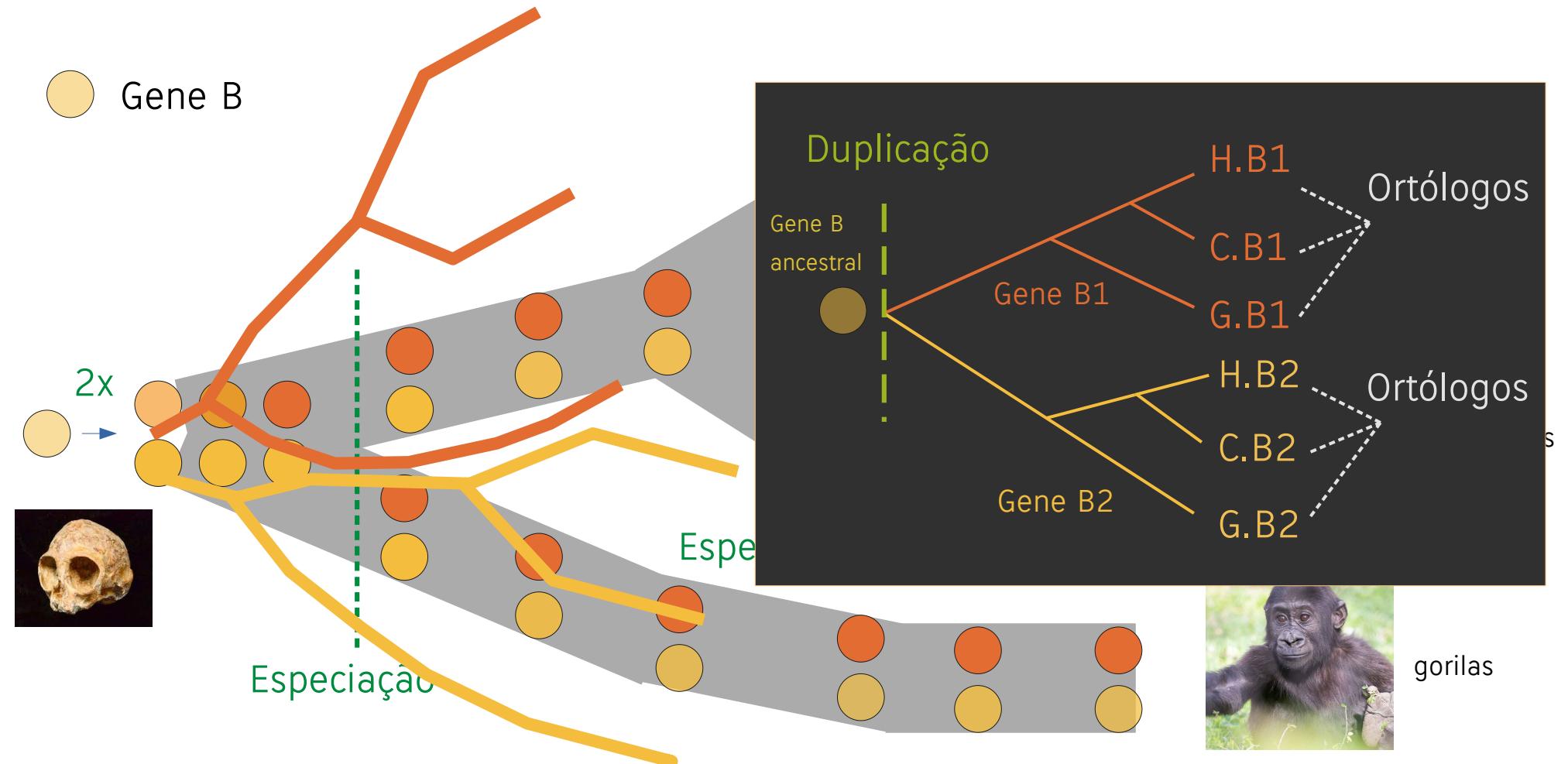
Reconstruindo a história evolutiva de um gene



Reconstruindo a história evolutiva de um gene

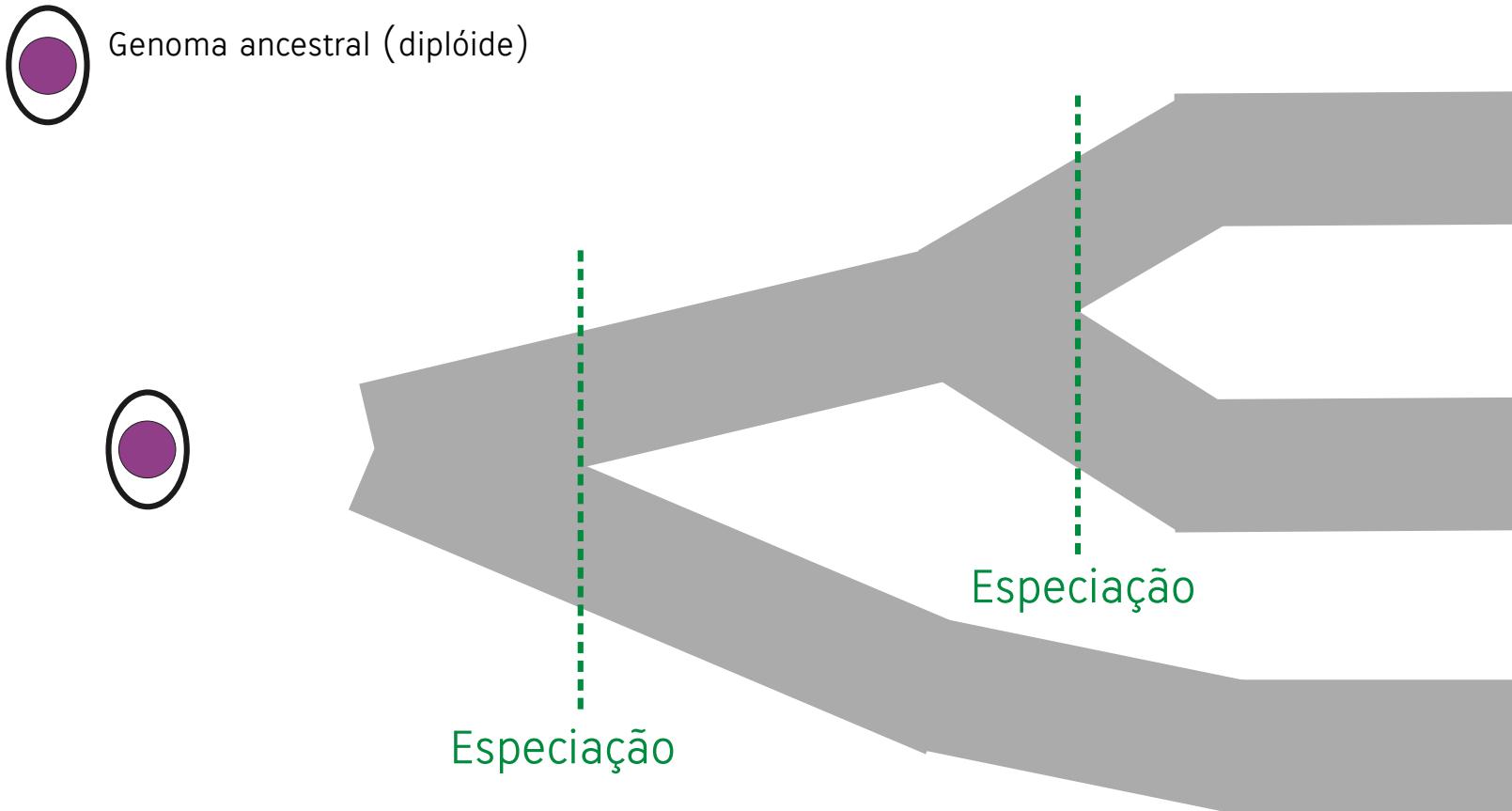


Reconstruindo a história evolutiva de um gene



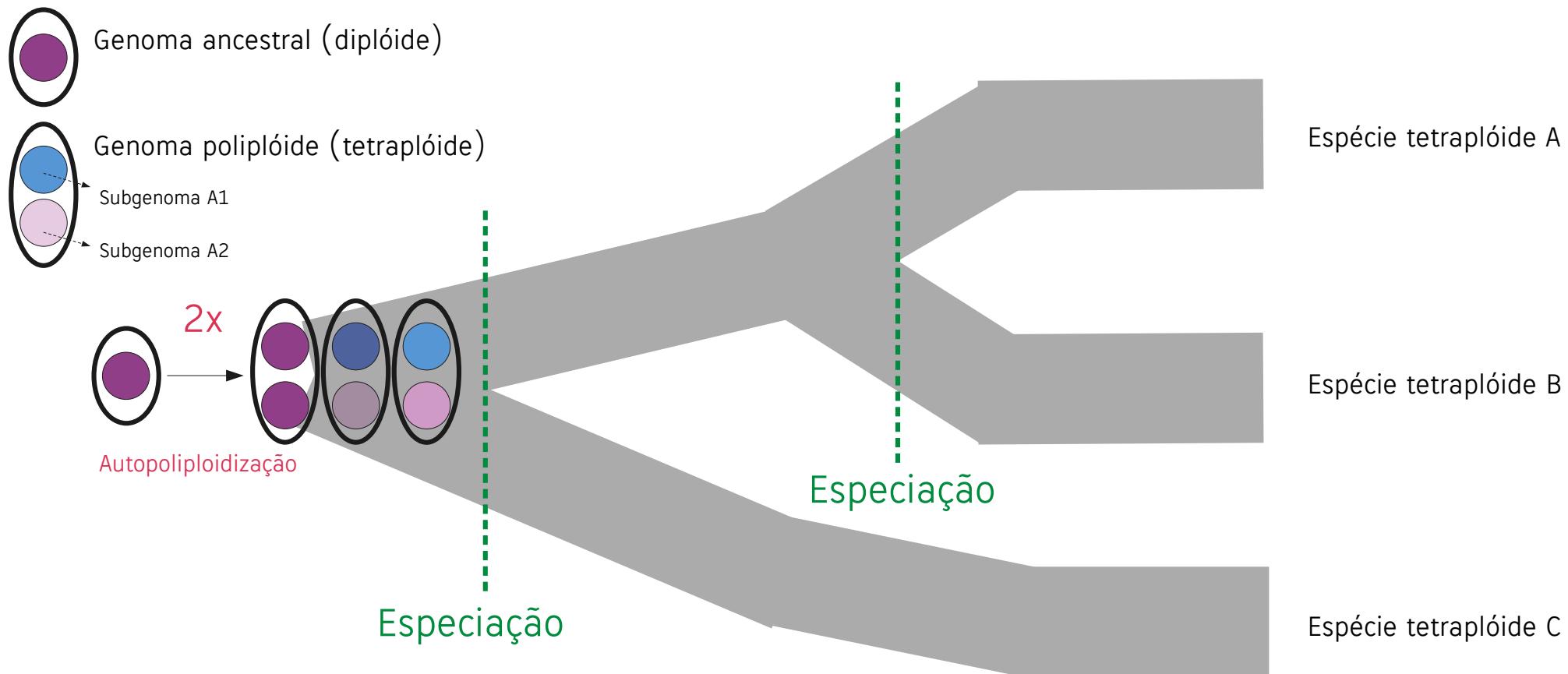
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Poliploidização: aloploidização (espécies diferentes) e autopoliploidização (mesma espécie)



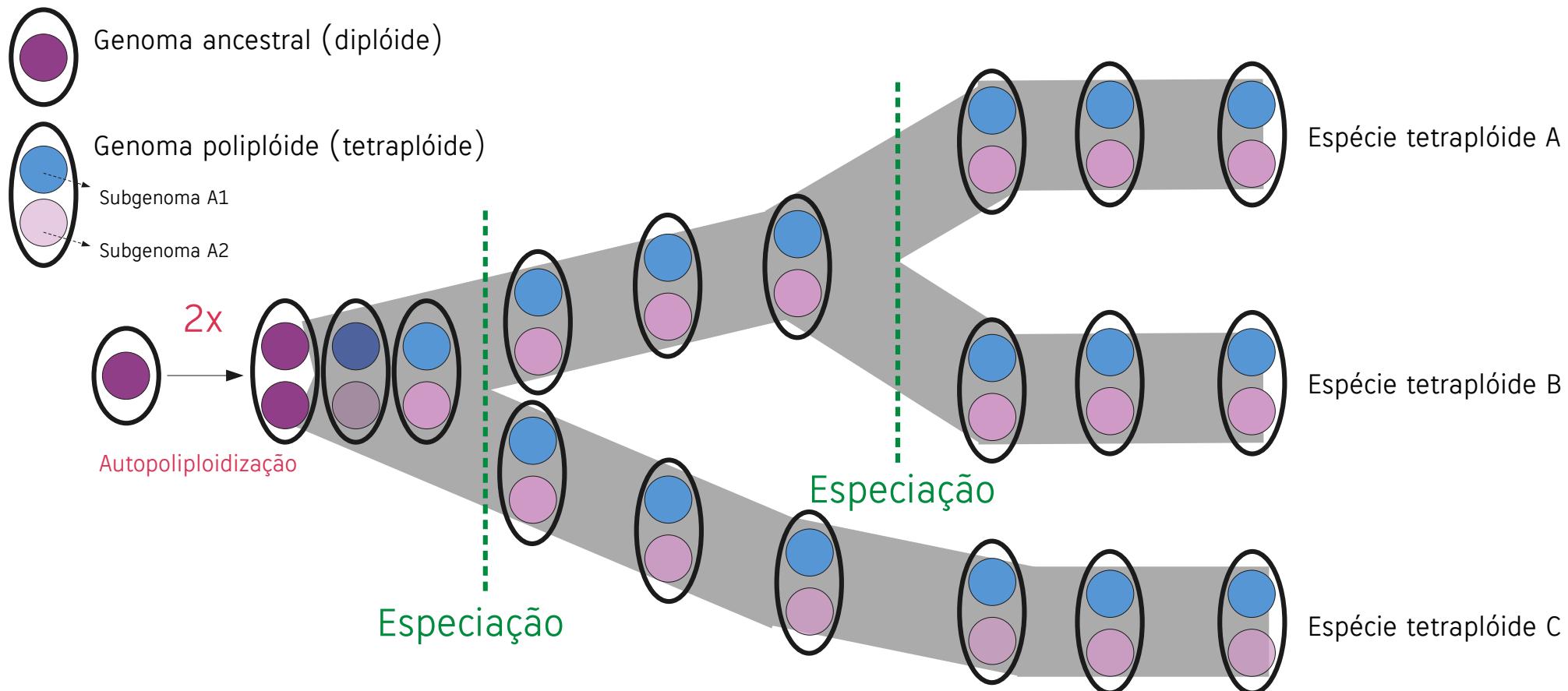
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Poliploidização: aloploidização (espécies diferentes) e autopoliploidização (mesma espécie)



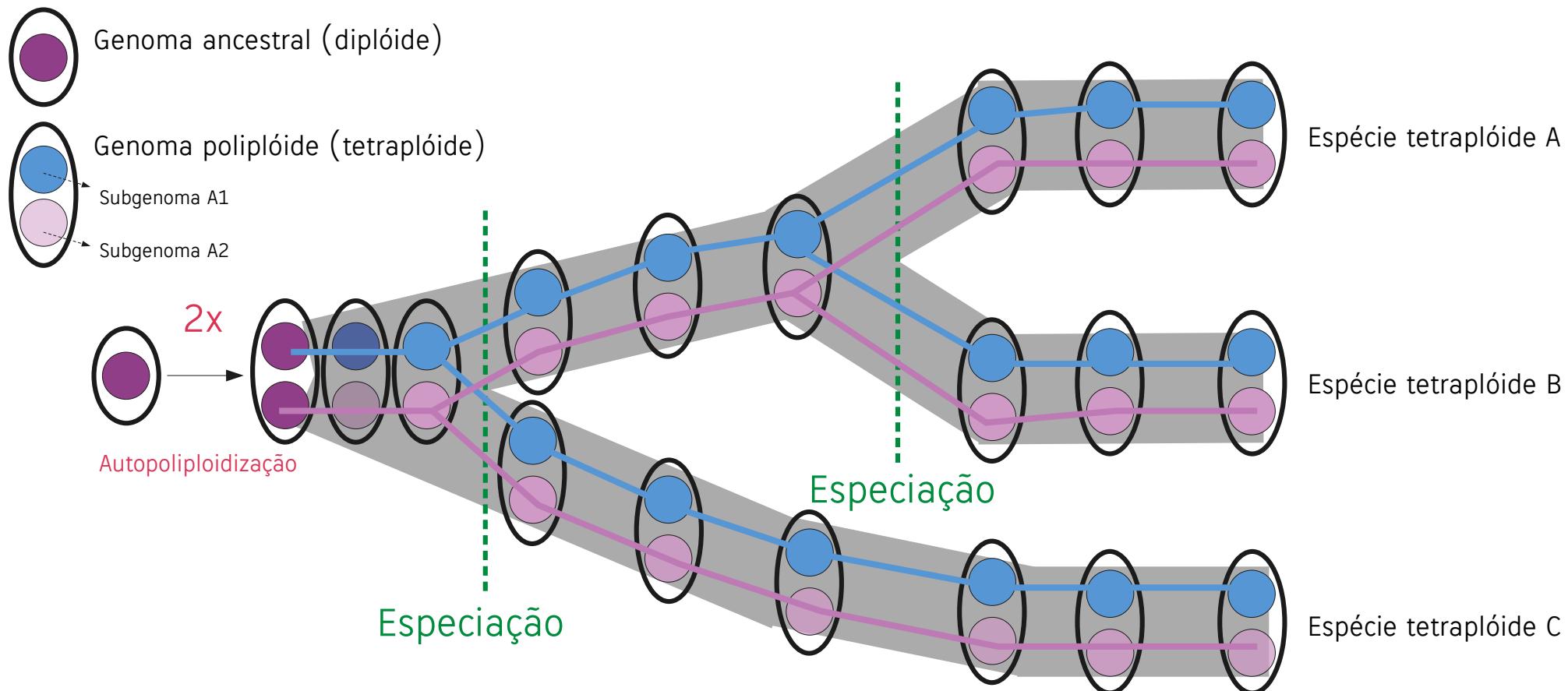
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Poliploidização: aloploidização (espécies diferentes) e autopoliploidização (mesma espécie)



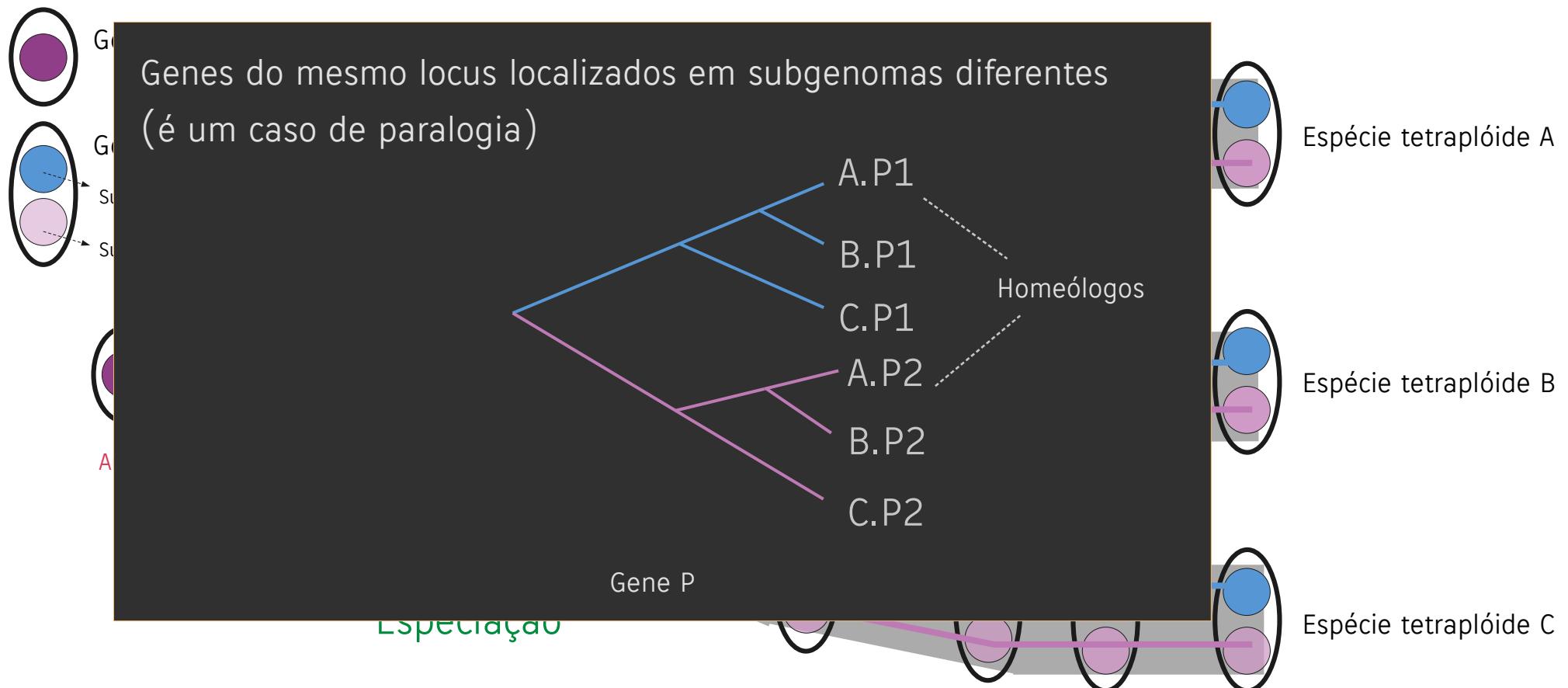
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Poliploidização: alloploidização (espécies diferentes) e autopoliploidização (mesma espécie)



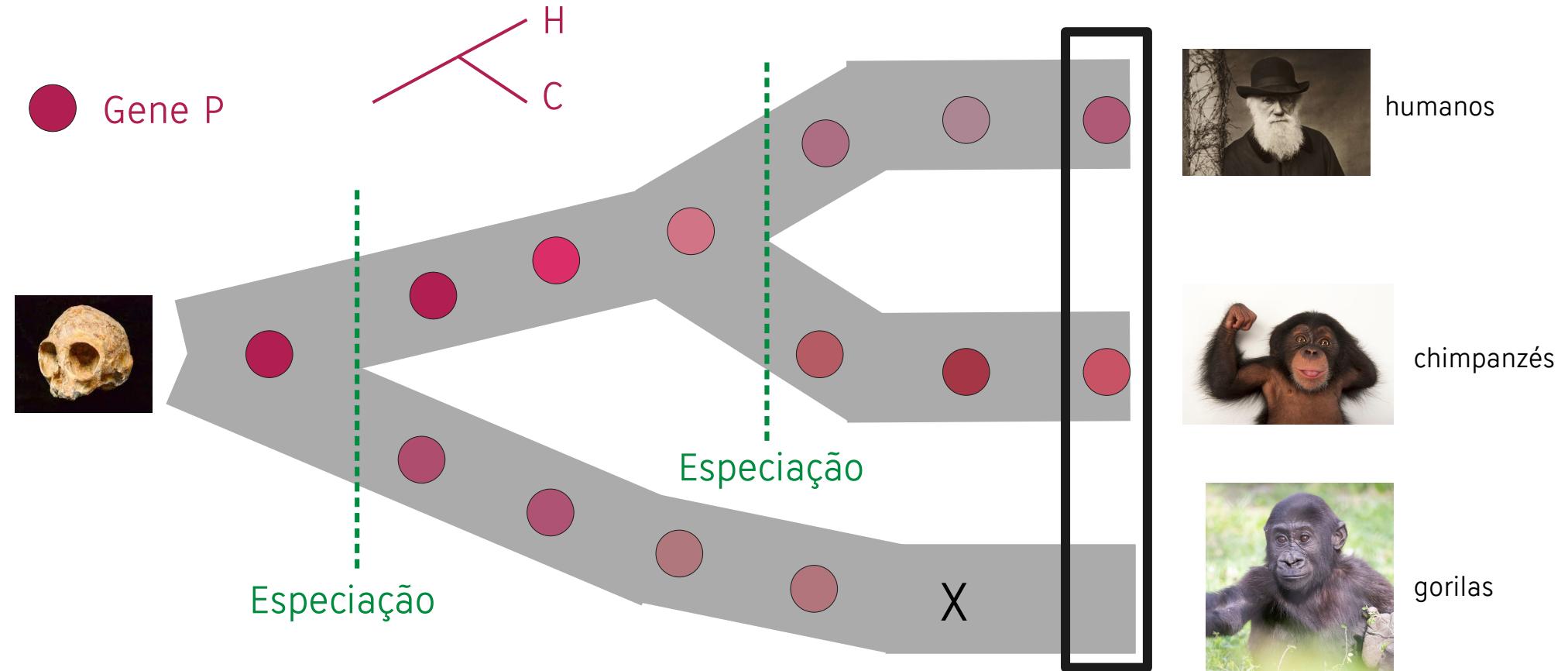
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Poliploidização: aloploidização (espécies diferentes) e autopoliploidização (mesma espécie)



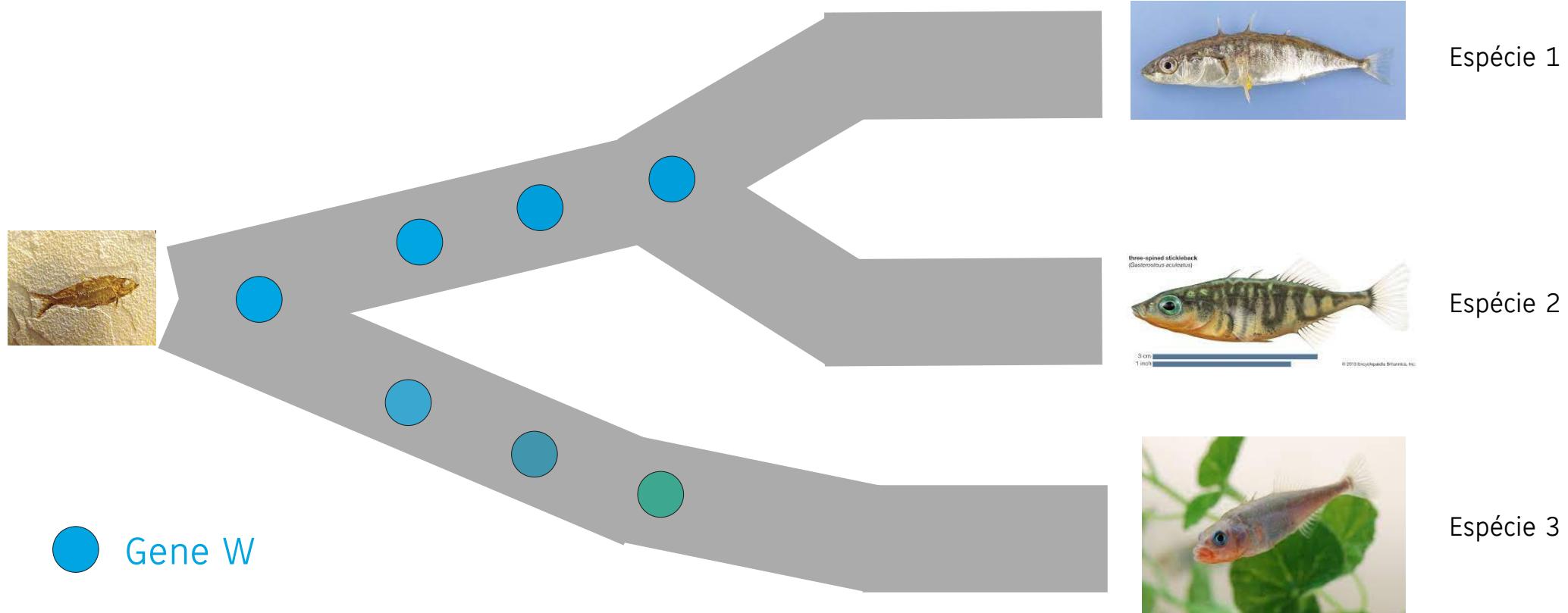
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Perda gênica (e pseudogenização)



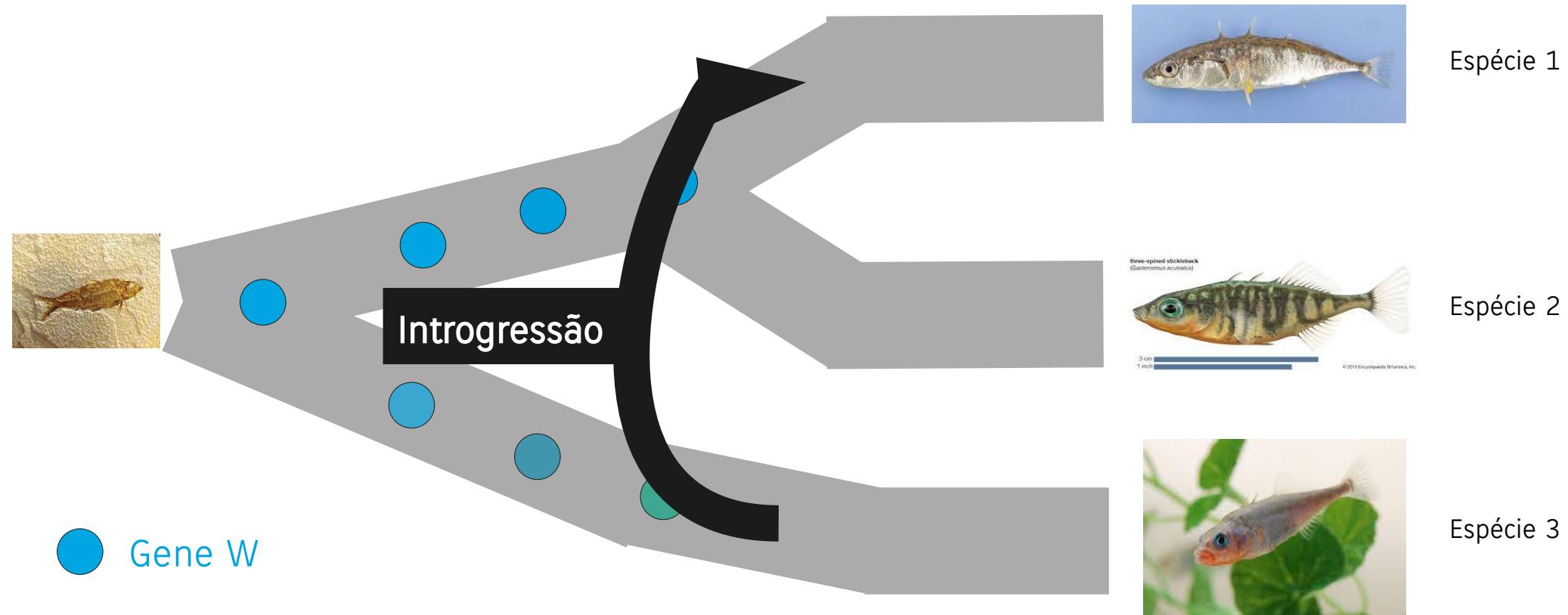
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Introgressão: transferência de material genético de uma espécie para outra através de retrocruzamentos sucessivos entre o híbrido e a população progenitora original



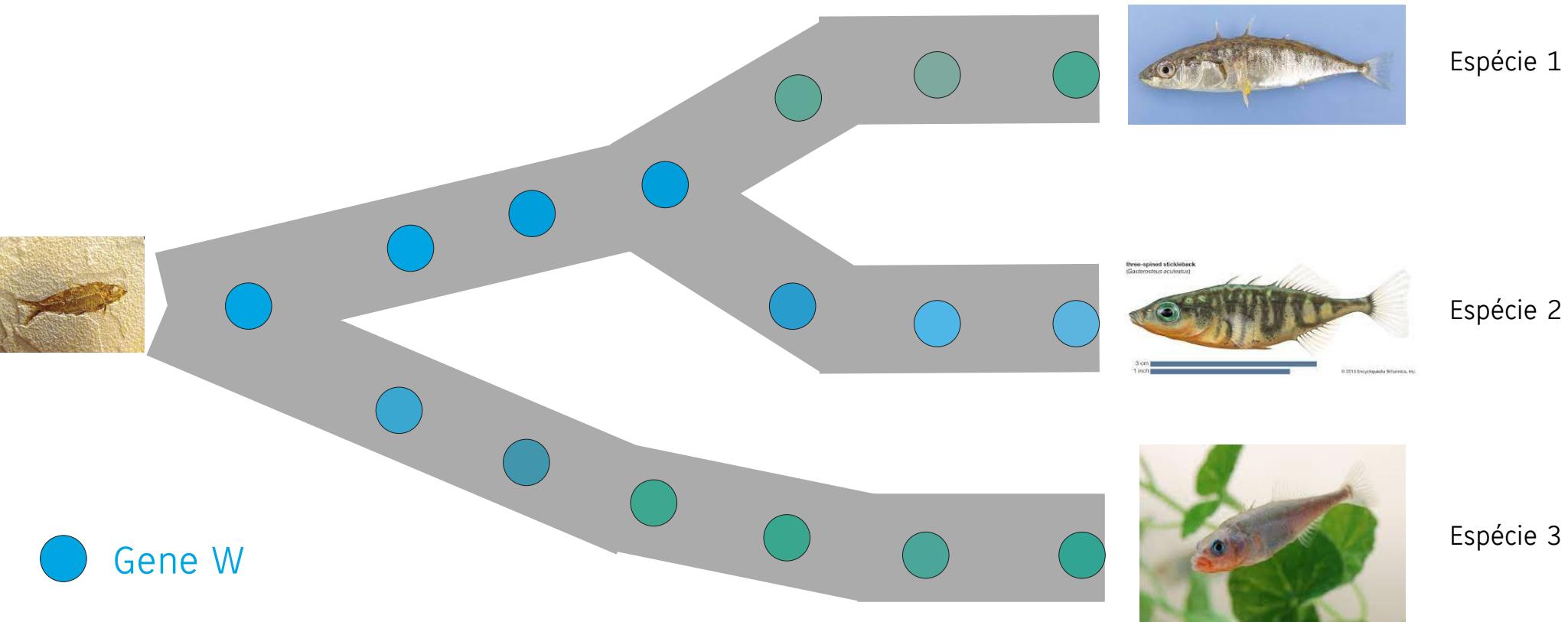
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Introgressão: transferência de material genético de uma espécie para outra através de retrocruzamentos sucessivos entre o híbrido e a população progenitora original



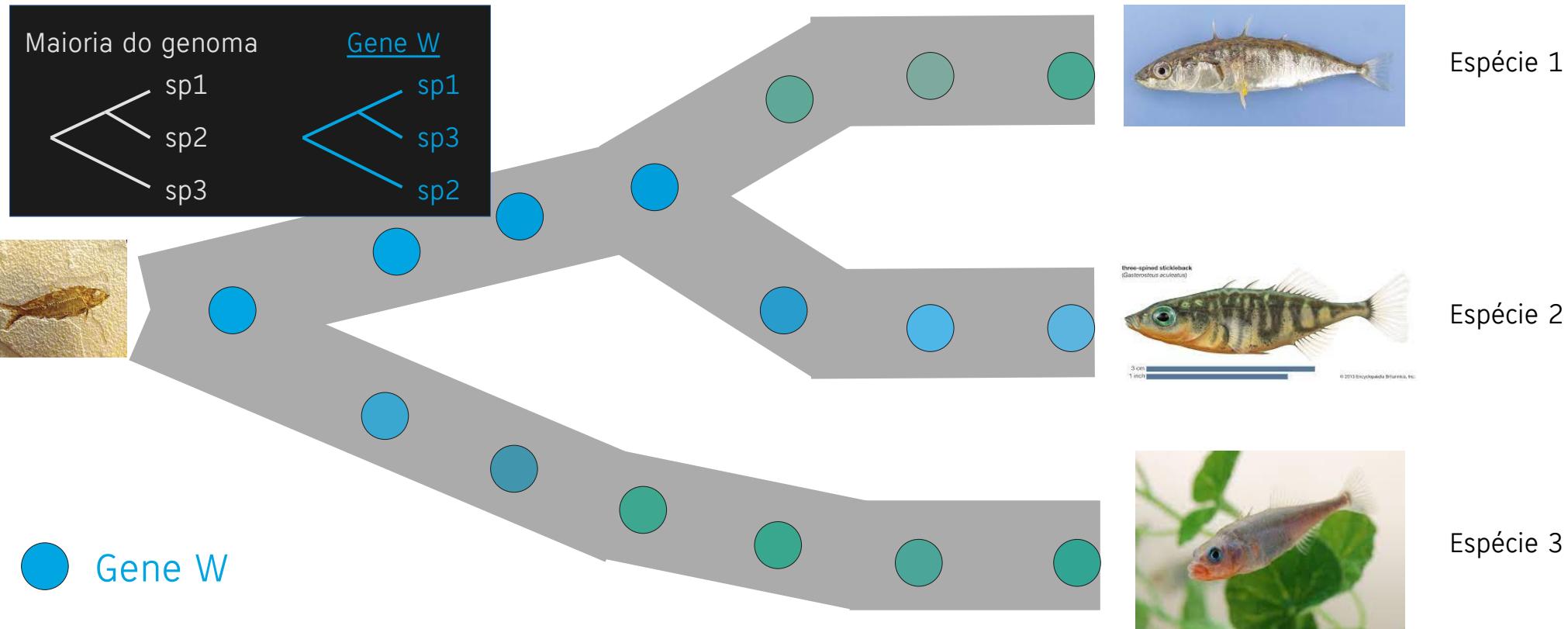
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Introgressão: transferência de material genético de uma espécie para outra através de retrocruzamentos sucessivos entre o híbrido e a população progenitora original



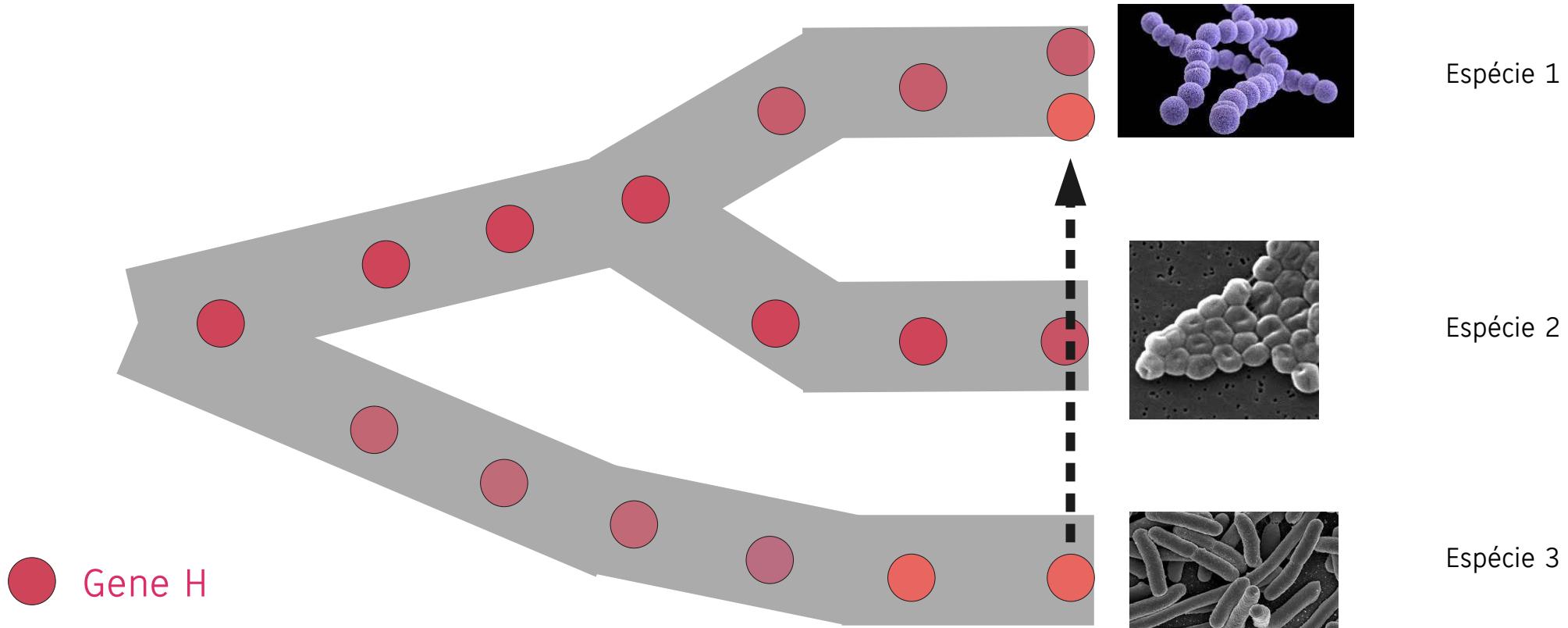
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Introgressão: transferência de material genético de uma espécie para outra através de retrocruzamentos sucessivos entre o híbrido e a população progenitora original



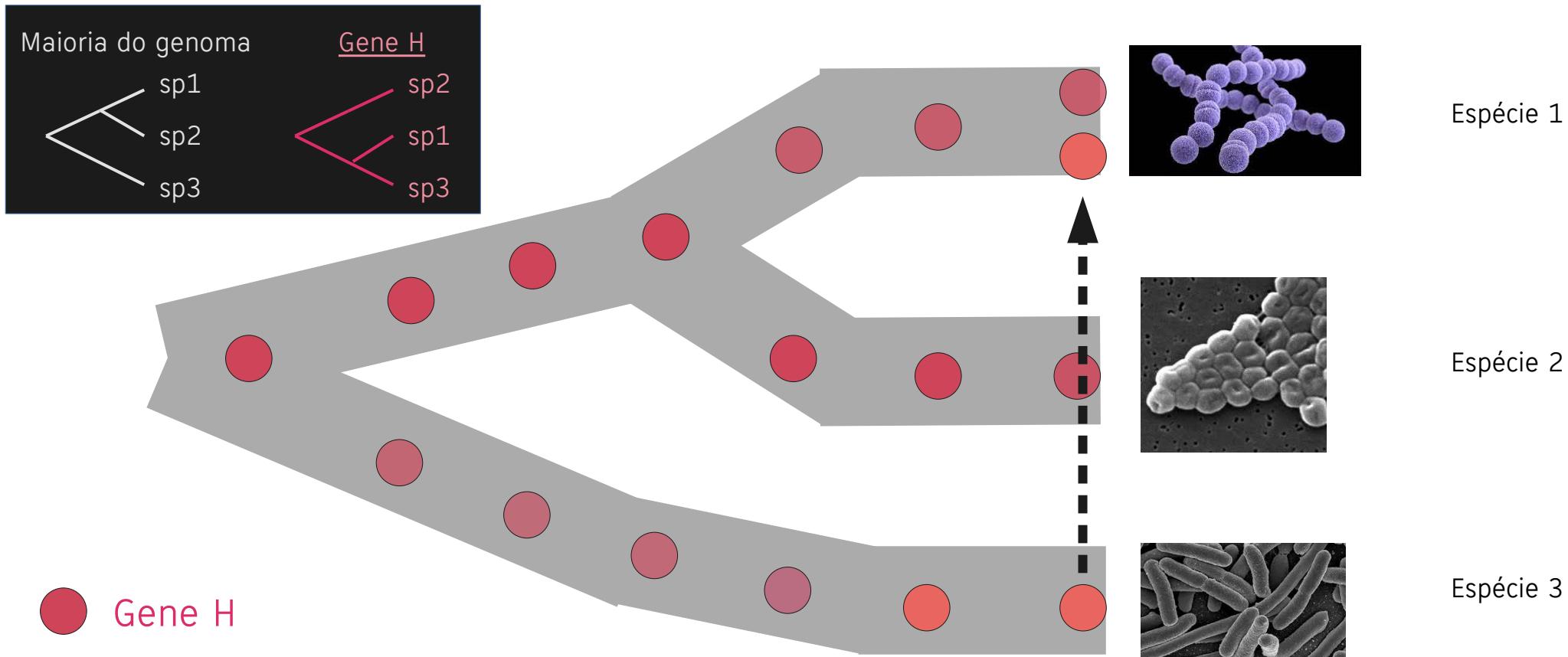
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Transferência horizontal de genes: aquisição de genes por via não hereditária



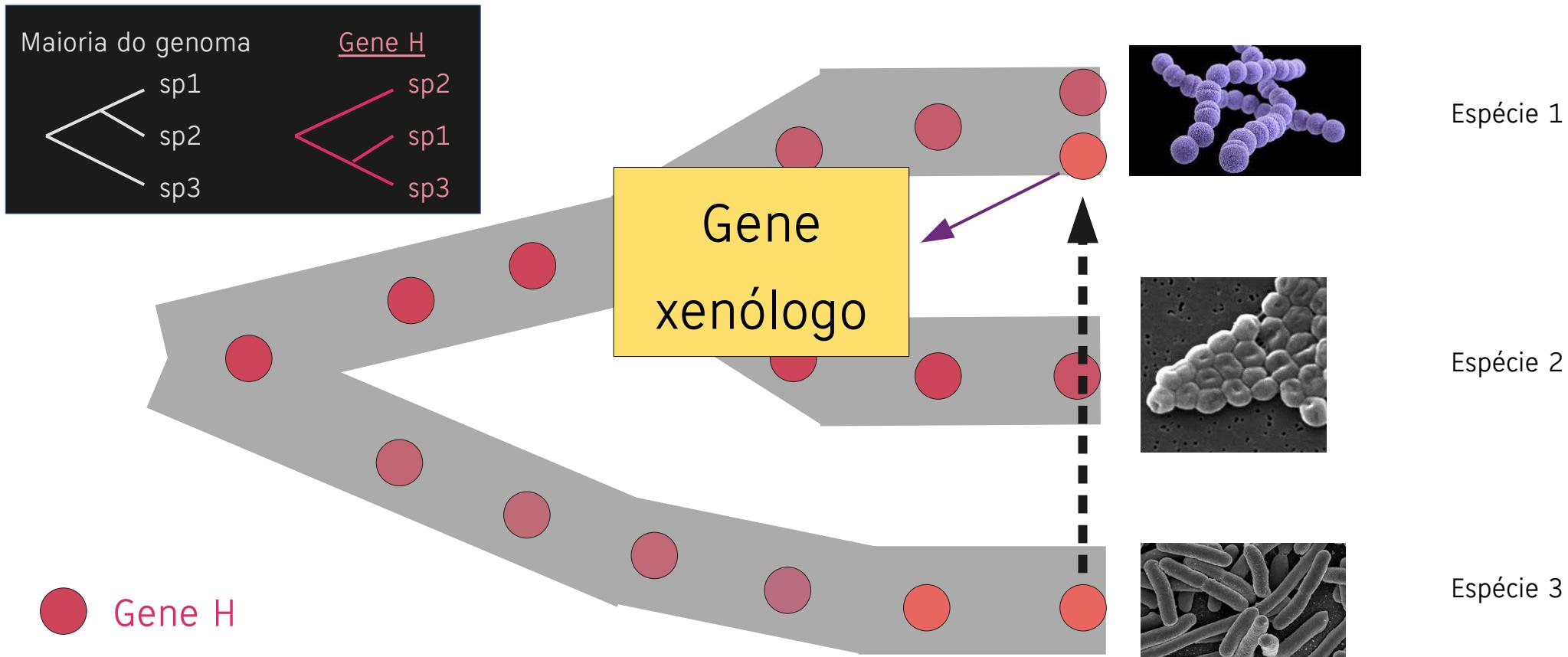
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Transferência horizontal de genes: aquisição de genes por via não hereditária



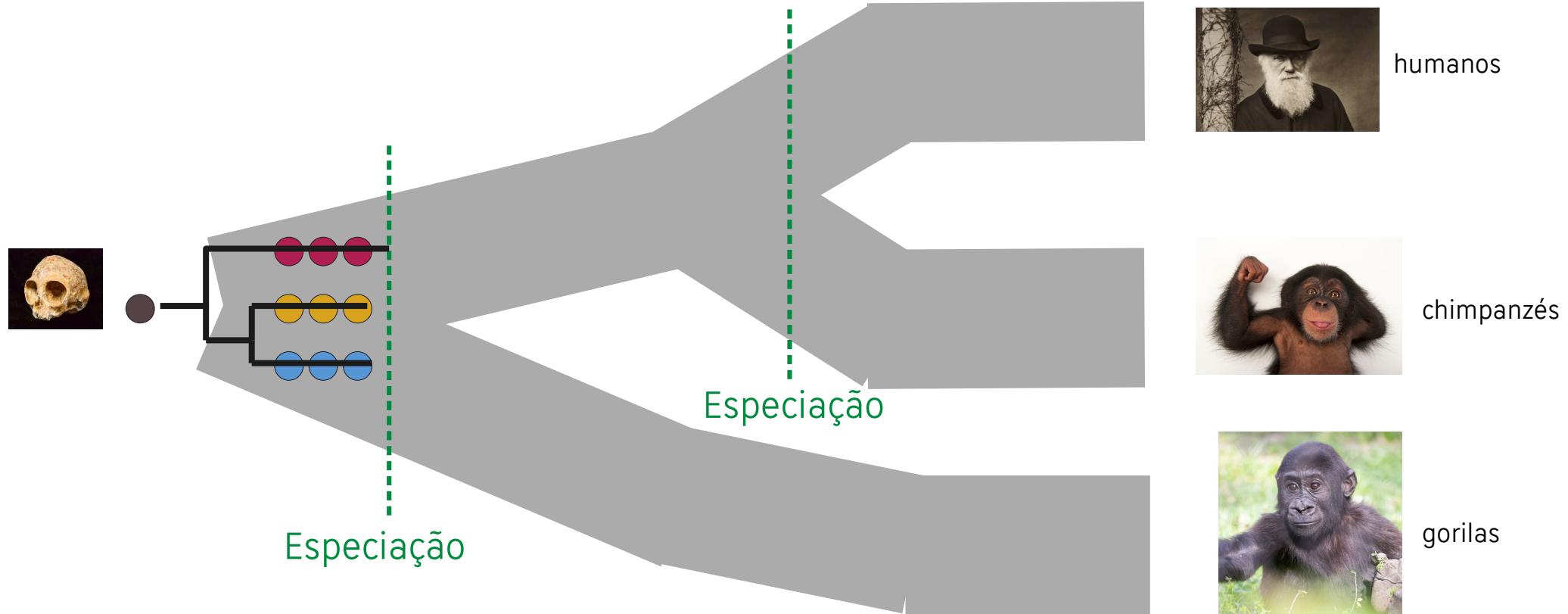
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Transferência horizontal de genes: aquisição de genes por via não hereditária



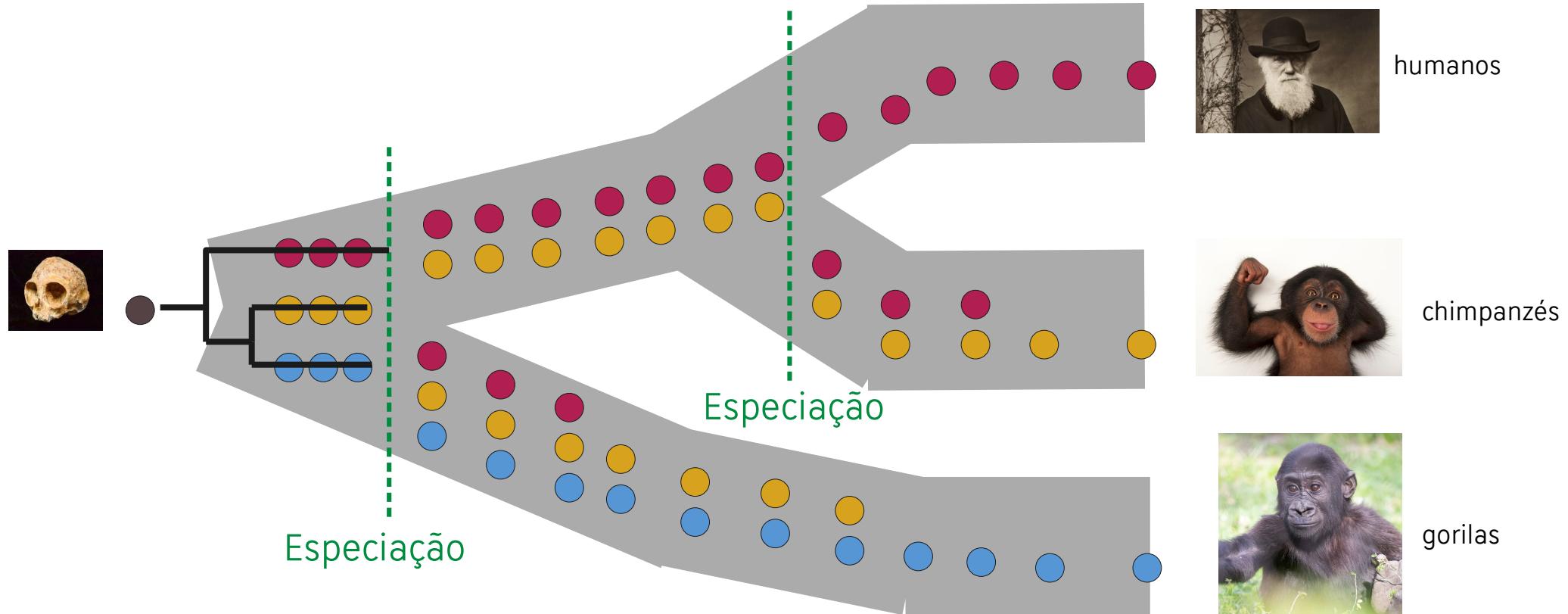
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Sorteio incompleto de polimorfismos ancestrais (incomplete lineage sorting, ILS)



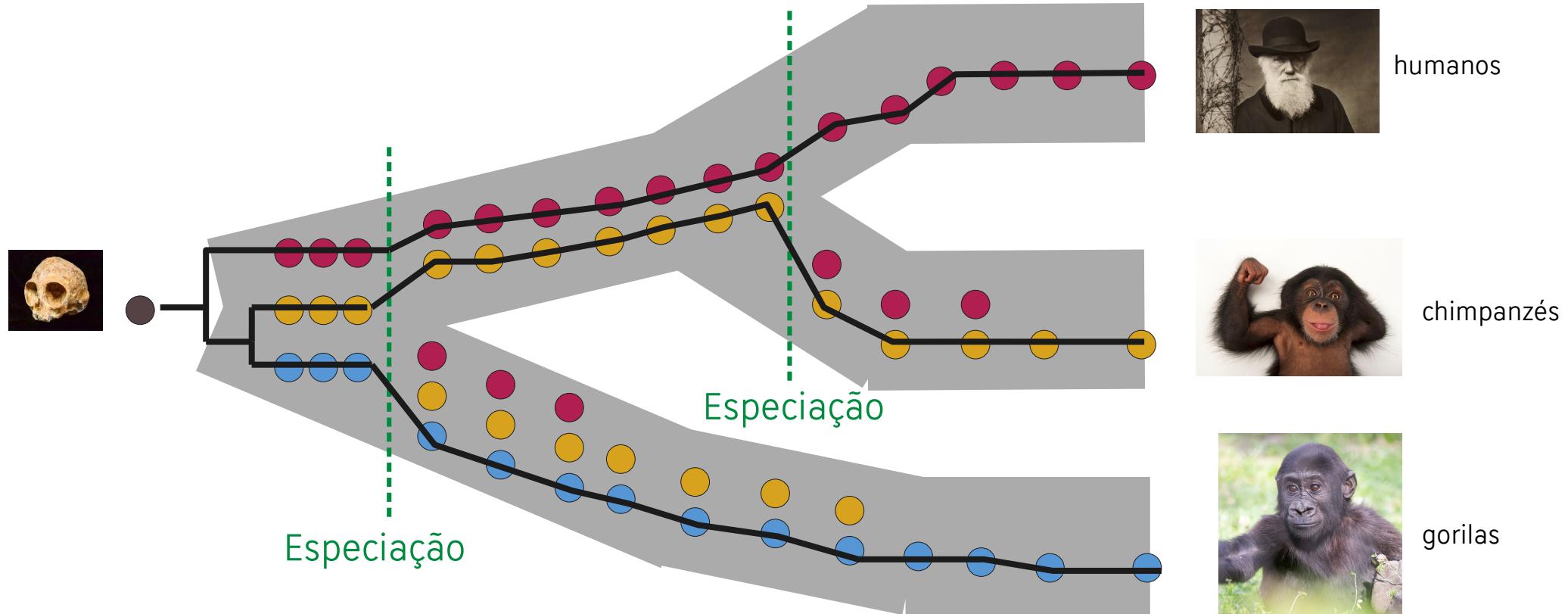
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Sorteio incompleto de polimorfismos ancestrais (incomplete lineage sorting, ILS)



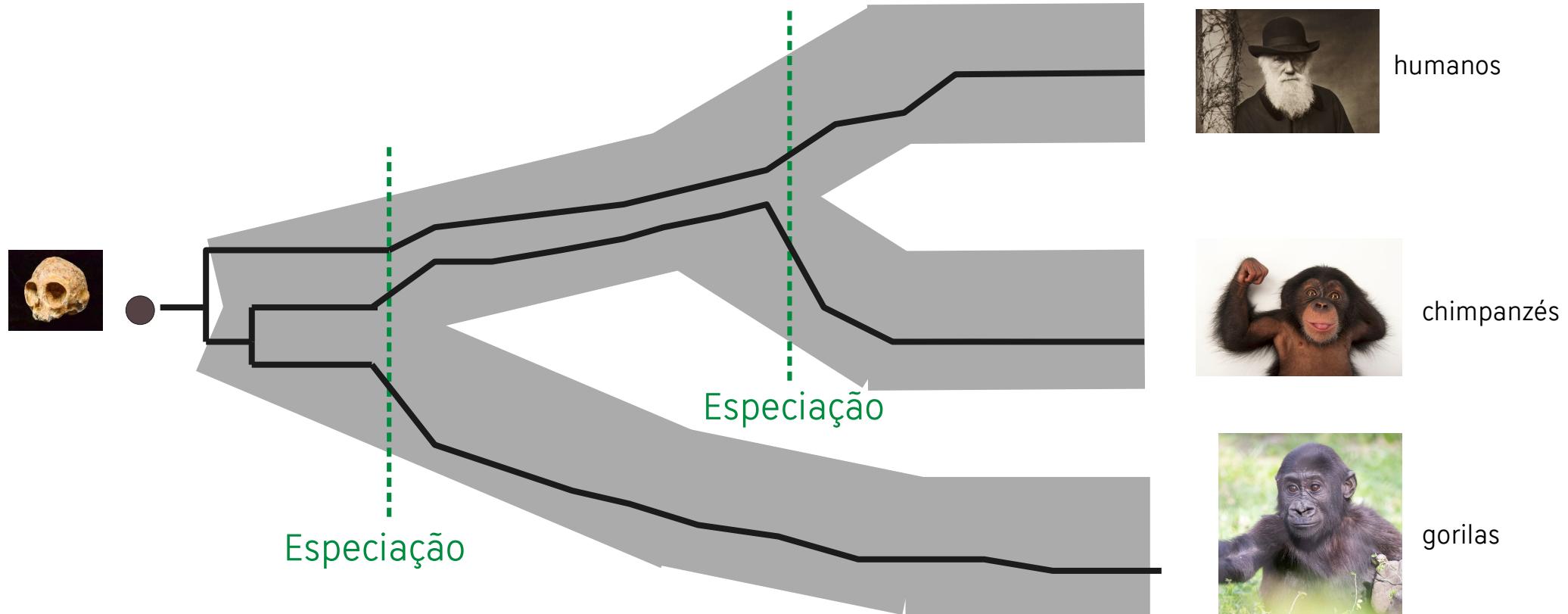
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Sorteio incompleto de polimorfismos ancestrais (incomplete lineage sorting, ILS)



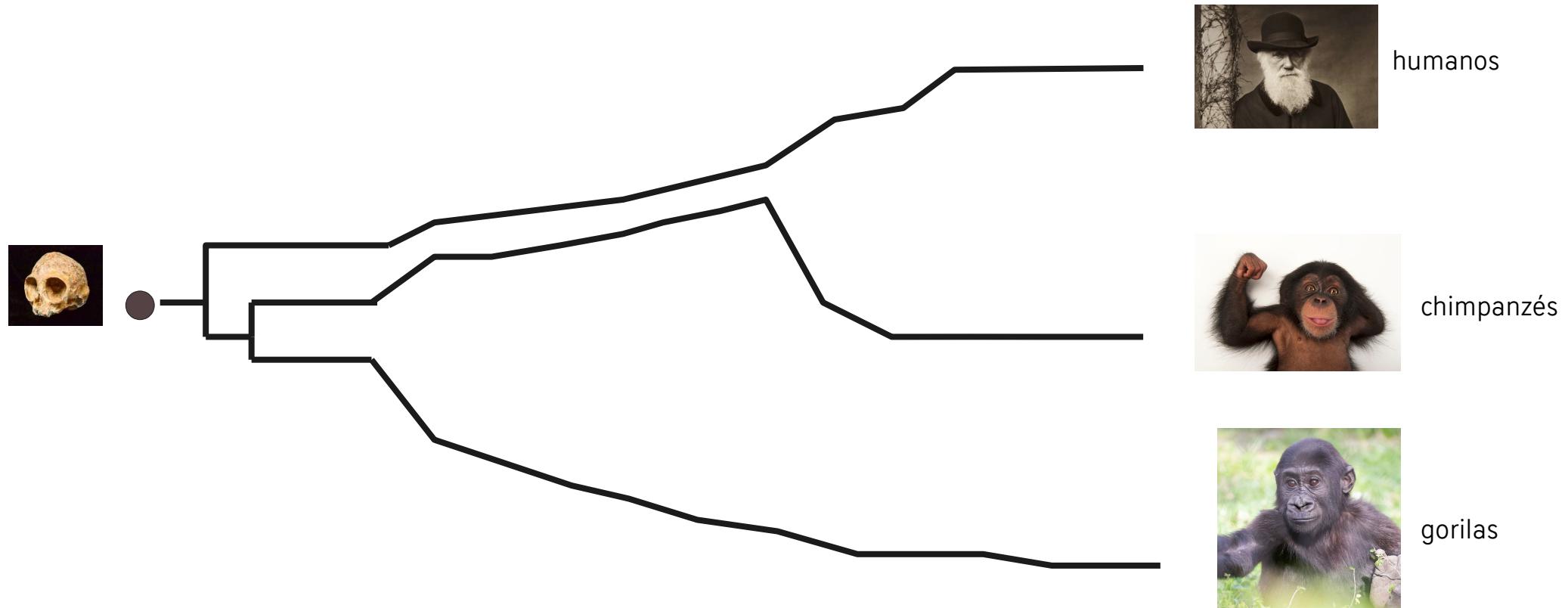
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Sorteio incompleto de polimorfismos ancestrais (incomplete lineage sorting, ILS)



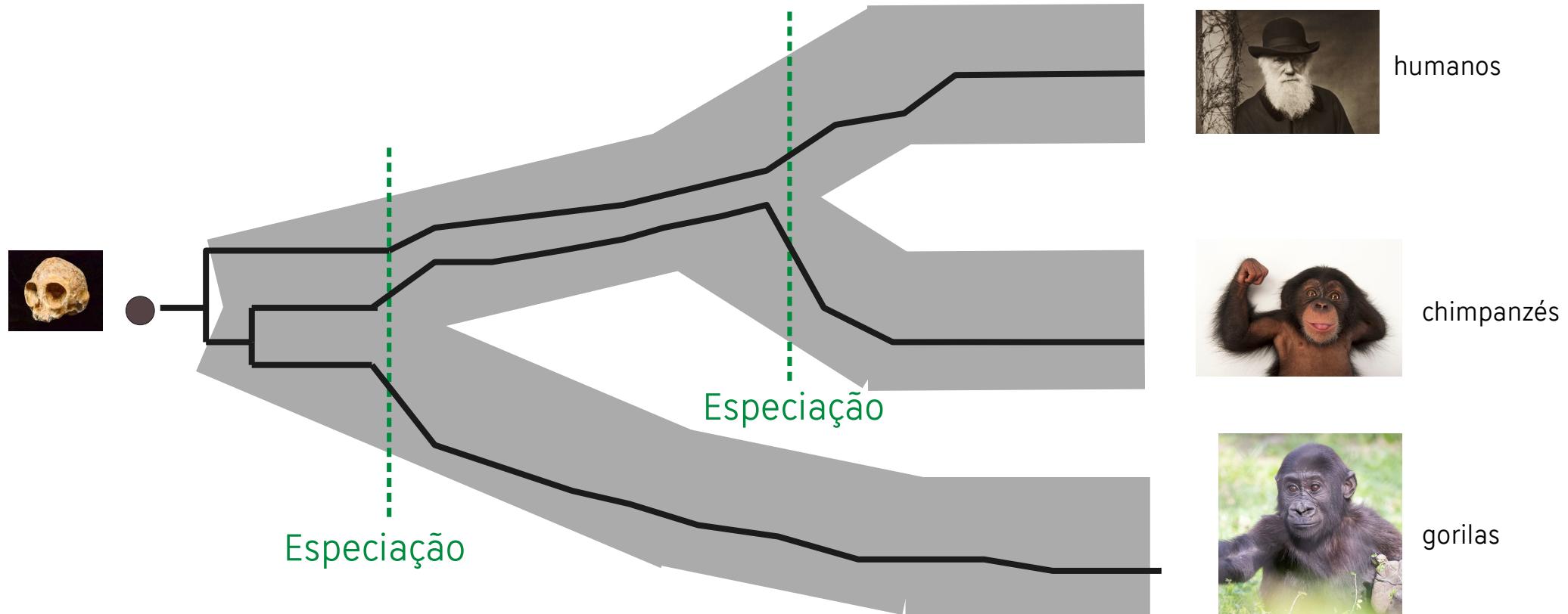
Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Sorteio incompleto de polimorfismos ancestrais (incomplete lineage sorting, ILS)



Reconstruindo a história evolutiva de um gene

- Sorteio incompleto de polimorfismos ancestrais (incomplete lineage sorting, ILS)



Boas práticas para o estudo de famílias gênicas

- Sempre que possível, use genomas completos e tenha uma boa amostragem da diversidade de espécies do grupo de interesse

Boas práticas para o estudo de famílias gênicas

- Sempre que possível, use genomas completos e tenha uma boa amostragem da diversidade de espécies do grupo de interesse
- Dados de transcriptomas oferecem uma amostragem incompleta dos genes do genoma

Boas práticas para o estudo de famílias gênicas

- Sempre que possível, use genomas completos e tenha uma boa amostragem da diversidade de espécies do grupo de interesse
- Dados de transcriptomas oferecem uma amostragem incompleta dos genes do genoma
- Avalie as possíveis fontes de erro relacionadas à inferência filogenética antes de tirar conclusões sobre a história evolutiva dos genes

Boas práticas para o estudo de famílias gênicas

- Sempre que possível, use genomas completos e tenha uma boa amostragem da diversidade de espécies do grupo de interesse
- Dados de transcriptomas oferecem uma amostragem incompleta dos genes do genoma
- Avalie as possíveis fontes de erro relacionadas à inferência filogenética antes de tirar conclusões sobre a história evolutiva dos genes
- Histórias de famílias gênicas podem ser bastante complexas! (poliplóides + duplicações em linhagens específicas + perdas gênicas + transferência horizontal de genes + espécies híbridas)

Aula prática
