



Universidade
Estadual de Goiás

**MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Material Textual

**Livro: “Onde foi que nos separamos? A história evolutiva dos
Equídeos”**

**AUTORES: Mariana Carvalho de Souza
Solange Xavier dos Santos**

2018



Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

MARIANA CARVALHO DE SOUZA

**IMPLICAÇÕES DO ENSINO APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO
BIOLÓGICA - A PERSPECTIVA DOCENTE, OS CONCEITOS DE
ANCORAGEM DOS ESTUDANTES E UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA
BASEADA NA CONTAÇÃO DE HISTÓRIAS**

PRODUTO EDUCACIONAL

ANÁPOLIS GO

2018

Livro “Onde foi que nos separamos? A história evolutiva dos Equídeos”



© PFP/UEG – 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
BR-153 – Quadra Área Km 99, 75.132-903 – Anápolis – GO

Haroldo Reimer (Reitor)

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Ivano Alessandro Devilla (Pró-Reitor)

Coordenação de Projetos e Publicações

Coordenação Editorial: Elisabete Tomomi Kowata

Revisão Técnica: Thalita Gabriele Lacerda Ribeiro

Corpo editorial

Mirley Luciene dos Santos

Vânia Sardinha dos Santos Diniz

Claudio Magalhães Almeida

Ilustradora

Luciene Lemos

Projeto Gráfico da Capa e Diagramação

Luciene Lemos

Revisão Geral

Coordenação de Projetos e Publicações

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio,
seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

Catálogo na Fonte
Comissão Técnica do Sistema Integrado de Bibliotecas Regionais (SIBRE),
Universidade Estadual de Goiás

M333 Souza, Mariana Carvalho de

Onde foi que nos separamos? A história evolutiva dos
Equídeos. / Mariana Carvalho de Souza; Solange Xavier dos
Santos. Anápolis – GO, 2018.
35 p. Il.

ISBN: 978-85-5582-044-1

1. Evolução biológica. 2. Seleção Natural. I. Souza, Mariana Carvalho de. II. Santos,
Solange Xavier dos. III. Título.

CDU 612

A exatidão das referências, a revisão gramatical e as ideias expressas e/ou defendidas nos textos
são de inteira responsabilidade dos autores e organizadores.

Impresso no Brasil
Printed in Brazil
2018

Sobre as autoras



Mariana Carvalho de Souza é bióloga (Universidade Estadual de Goiás - UEG/Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas), especialista em Docência Universitária (Faculdade Católica de Anápolis) e mestranda do Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (UEG/Anápolis). Atua, desde 2010, como professora efetiva da rede pública estadual de educação do estado de Goiás, no Ensino Fundamental e Médio.



Solange Xavier dos Santos é bióloga (Universidade Estadual Paulista - UNESP/São José do Rio Preto), mestre em Criptógamos (Universidade Federal de Pernambuco), doutora em Ciências Biológicas (UNESP/Rio Claro) e pós-doutora (Embrapa/Recursos Genéticos e Biotecnologia). Atua na Universidade Estadual de Goiás, câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, onde é docente dos cursos de Licenciatura em Câmpus Biológicas e dos Programas de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado (RENAC) e Ensino de Ciências (PPEC). É coordenadora da área de Biologia do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID/CAPES) e membro dos grupos de pesquisa Biodiversidade, Biotecnologia e Conservação do Cerrado e Biodiversidade do Cerrado e Popularização da Ciência. Tem-se dedicado ao ensino, à pesquisa e à formação de professores em Biologia e Ciências.

Apresentação

Esta obra é destinada a professores e alunos que buscam entender a evolução dos seres vivos, com foco nos processos envolvidos: seleção natural, mudanças no meio, adaptação e especiação.

O texto foi produzido a partir de pesquisas junto a alunos e professores do Ensino Médio, que apontaram as maiores dificuldades e desafios na aprendizagem da Evolução Biológica. A narrativa conta a história evolutiva de dois animais bastante conhecidos, o cavalo e a zebra. É apresentada através de uma linguagem simples, para que possamos dialogar com o maior número possível de leitores, assim, fazendo esse material acessível tanto para alunos do Ensino Médio, quanto para os curiosos da natureza.

Como o tempo tem um papel fundamental no processo de Evolução Biológica, apresentamos, em alguns momentos, uma tabela de tempo geológico, que ajuda o leitor a se situar no momento da história dos seres vivos em que tal evento ocorreu. Essas épocas estão destacadas em azul. Os nomes científicos, como determinam as regras internacionais de nomenclatura biológica, são destacados em itálico.

Ao longo do texto existem conceitos chave em negrito, que devem ser reforçados pelo professor junto aos estudantes, além de notas de rodapé que comentam ou explicam algum termo importante para o entendimento da narração.

No final do texto, há alguns lembretes e conceitos principais sobre o tema, além de sugestões de atividades que poderão ser usadas como avaliações pelo professor, todas com instruções para sua execução. Essas atividades incluem a simulação da seleção natural com borboletas, a construção de um mapa conceitual e de um mapa filogenético.

Para que a aprendizagem seja significativa, Ausubel propôs que ela tenha como ponto de partida os conhecimentos prévios do estudante, e que o professor os valorize para que sejam usados para ancorar novos conceitos. Por isso, recomendamos que, ao adotar o livro, o professor, inspirado na "contação de histórias", faça uma leitura junto com seus alunos, fazendo um levantamento de seus conhecimentos sobre o assunto. Assim, o professor pode ajudar no entendimento de alguns conceitos, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes e, então, construírem juntos novos conceitos.

Boa leitura e boa aprendizagem!

Dedicatória

Aos meus filhos, por todo amor incondicional, e à minha família, que sempre apoiou meus sonhos.

Mariana Carvalho de Souza

A todos os professores que fazem da sua prática um campo fértil para que o conhecimento se construa.

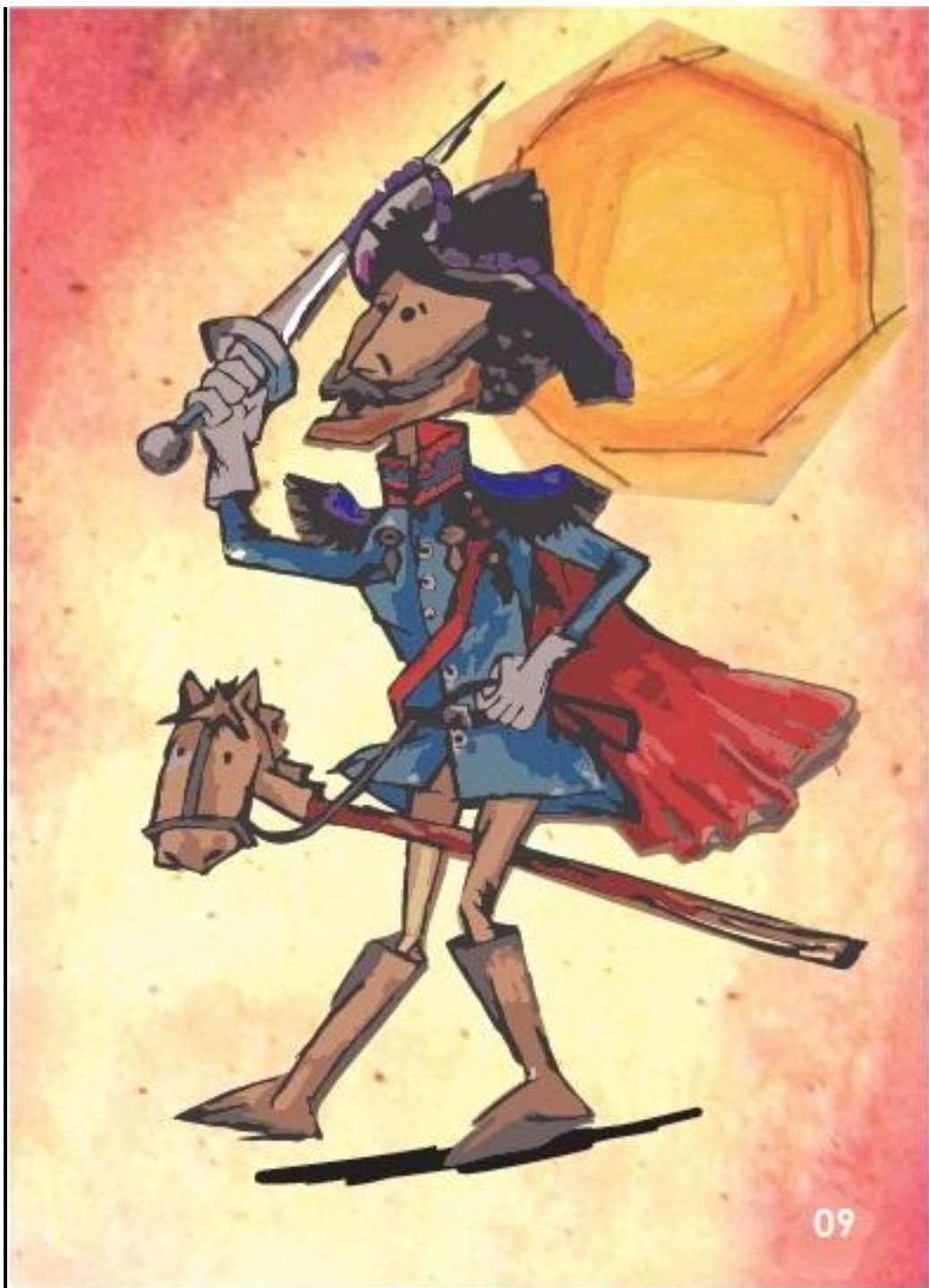
SolangeXavier dos Santos

É difícil imaginar Dom Pedro I, às margens do Rio Ipiranga, proclamando a Independência do Brasil, sem que estivesse montado em um cavalo.

Ou ainda, imaginar uma savana africana sem as zebras, sempre listradinhas. Mas, afinal, zebras e cavalos são parentes? Qual a história desses animais?



08



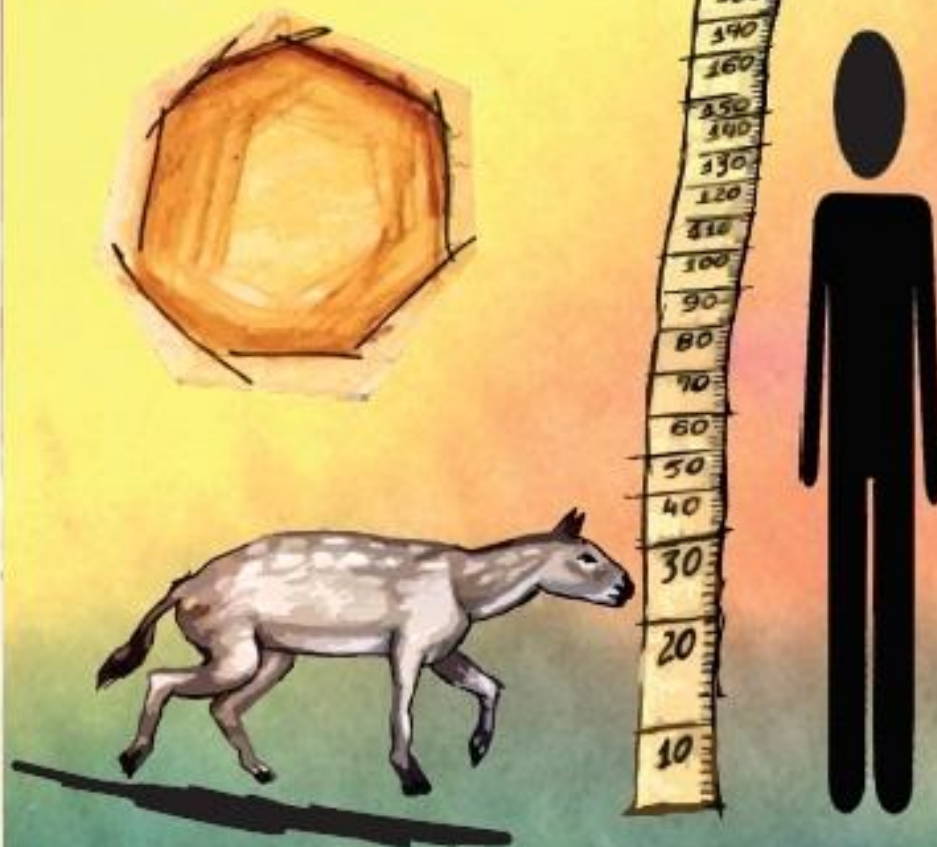
Vamos nos acomodar que a nossa história começa há 65 milhões de anos, na América do Norte, durante o **Paleoceno** na irradiação dos mamíferos¹, ou seja, uns 10 milhões de anos após a extinção dos dinossauros.

TEMPO GEOLÓGICO					
EON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE ²	EVENTOS IMPORTANTES
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	Quaternário	Holoceno	0,01	Dispersão da espécie humana
			Pleistoceno	1,64	Extinção de muitos mamíferos, aves e plantas; surgimento da espécie humana
		Terciário	Plioceno	5,2	Surgimento dos primeiros hominídeos
			Mioceno	23,3	Diversificação de mamíferos
			Oligoceno	35,4	Surgimento dos primatas
			Eoceno	56,5	Expansão das aves
			Paleoceno	65	Irradiação dos mamíferos
		MESOZÓICO	Cretáceo	145,6	Extinção dos dinossauros, pterossauros e répteis marinhos
			Jurássico	208	Surgimento dos grandes dinossauros e aves
	Triássico		245	Surgimento dos dinossauros e mamíferos; separação da Pangeia	
	PALEOZÓICO	Permiano	290	Diversificação dos répteis e extinção de muitas invertebrados	
		Carbonífero	362,5	Auge dos anfíbios e explosão de vida na Terra	
		Devoniano	408,5	Diversificação dos peixes e surgimento dos anfíbios e insetos	
		Siluriano	439	Invasão das plantas e dos artrópodos no ambiente terrestre	
Ordoviciano		510	Surgimento dos peixes sem mandíbulas (Agnathas)		
Cambriano		570	Explosão de vida no mar; origem da maioria dos filos de animais		
PROTEROZÓICO			2500	Origem dos primeiros seres fotossintetizantes e primeiros invertebrados	
ARQUEOZÓICO			4600	Origem da Terra; primeiras fósseis de procariontes	

¹Irradiação dos mamíferos: quando os mamíferos começaram a dominar o ambiente terrestre após a extinção dos dinossauros.

²Idade: Milhões de anos.

O primeiro equídeo³ a existir, ou seja, o ancestral de todos os equídeos atuais, foi o *Hyracotherium*, que surgiu no **Eoceno**. Era pequeno, cerca de 30 cm do chão até o dorso, morava em florestas e se alimentava basicamente de frutas.



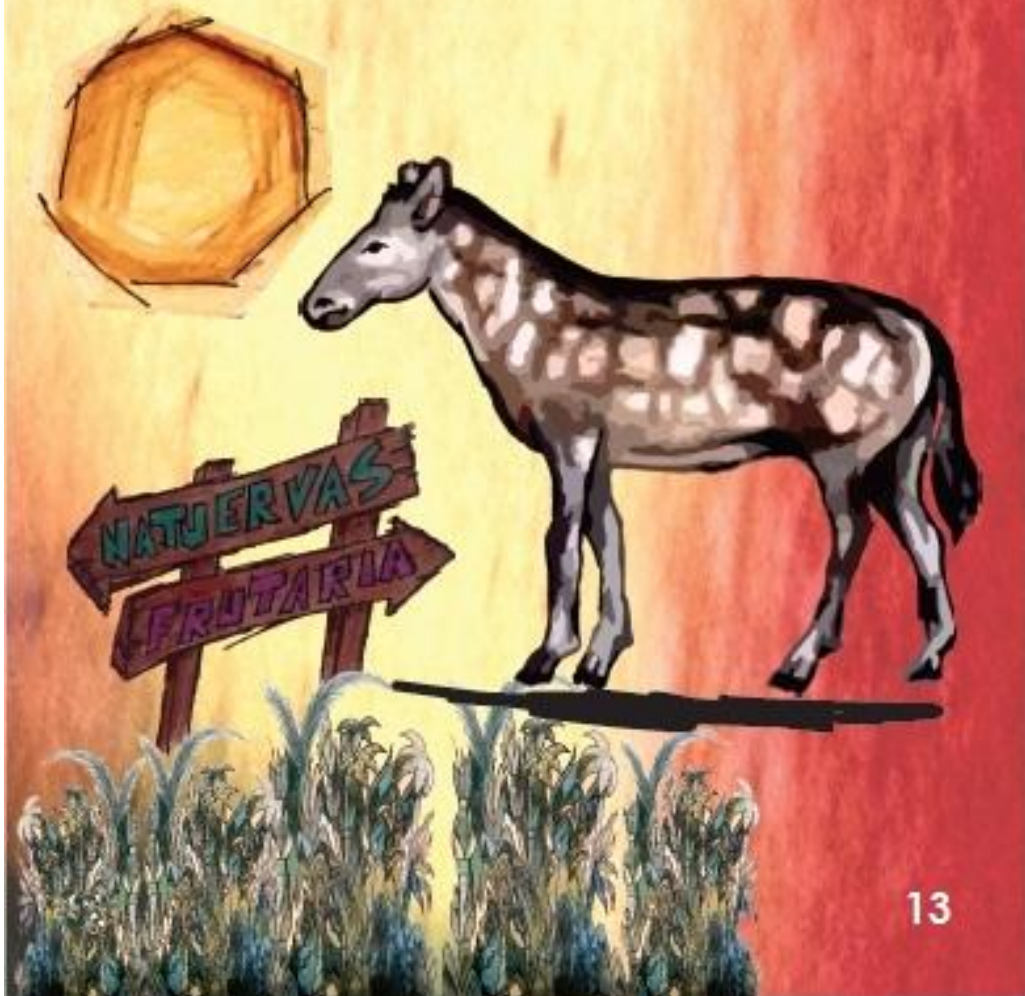
³Equídeos: mamíferos do género *Equus*, que pertence à família Equidae. O grupo inclui animais domesticados.

Mudanças no clima forçaram esses animais a se alimentar cada vez mais de ervas, que estavam mais disponíveis, do que de frutas. Essa pressão selecionou os grupos com características mais favoráveis ao novo ambiente, surgindo, assim, o *Orohippus*. Esse novo equídeo estava mais adaptado a comer o alimento mais rijo, as ervas.



A mudança na alimentação promoveu o surgimento de outros grupos, como o *Epihippus*.

Com o passar do tempo, a forma do corpo dos equídeos foi sofrendo grandes modificações.

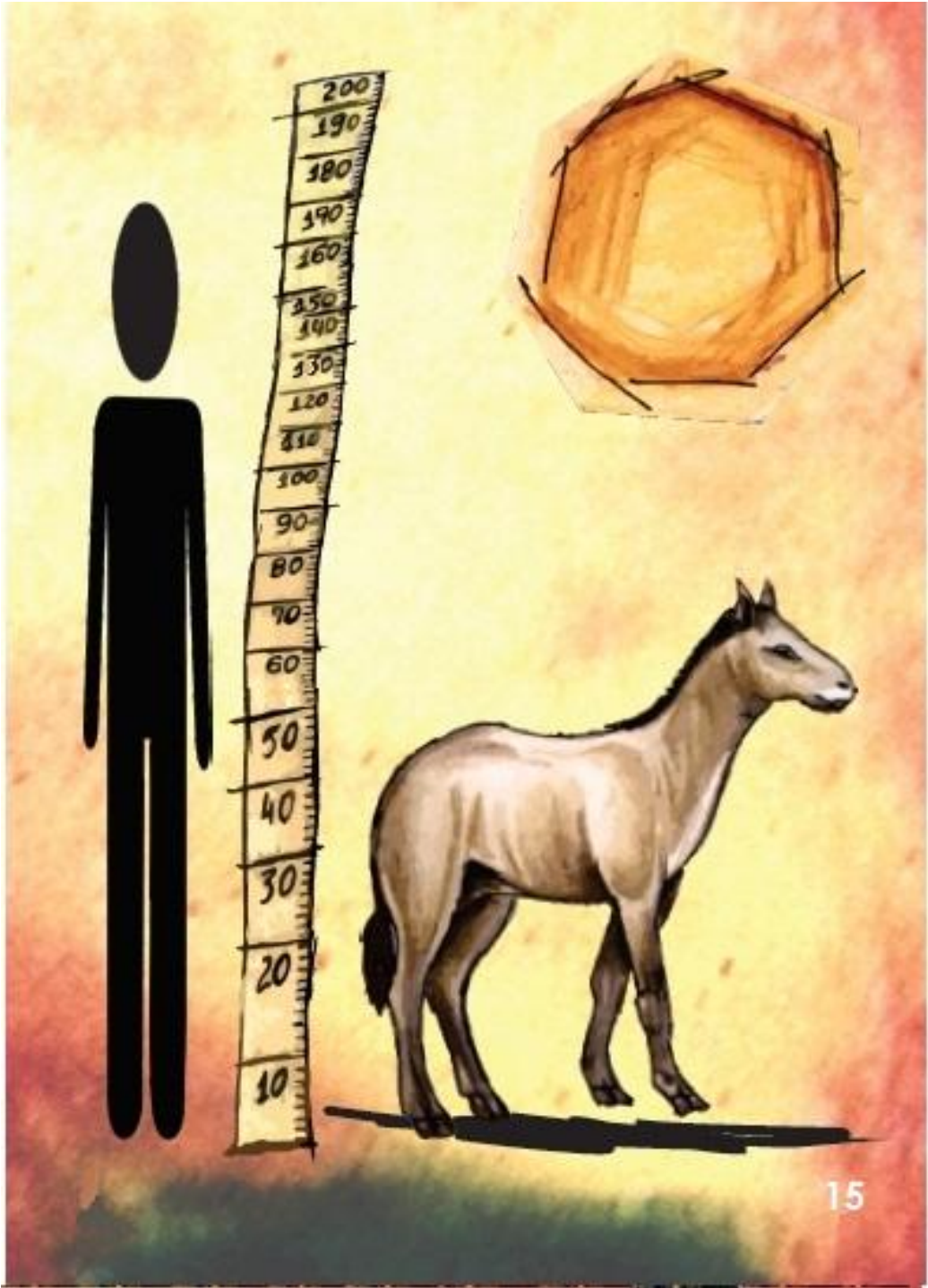


Já no **Oligoceno**, o clima da América do Norte foi se tornando mais seco, as ervas se desenvolveram mais e as florestas começaram a diminuir de tamanho, de forma que os espaços onde os animais viviam se tornaram cada vez mais abertos.

Esses fatores selecionaram os animais que possuíam uma dentição mais resistente, corpos mais fortes e membros mais alongados. Essas características fizeram esses animais mais capazes de fugir em caso de necessidade.

O *Meshippus* surgiu no último período do **Eoceno**, seu corpo já mais parecido com os Equídeos atuais, possuía uma dentição mais adaptada às condições de alimentação do meio em que vivia. Ele media 50 cm do chão até o dorso.





Pouco tempo depois, ainda no **Eoceno**, apareceu o grupo dos *Miohippus*. Características na dentição desse grupo são encontradas nos grupos atuais. No princípio do **Mioceno**, há cerca de 24 milhões de anos, os *Mesohippus* desapareceram.

TEMPO GEOLÓGICO					
EON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE	EVENTOS IMPORTANTES
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	Quaternário	Holoceno	0,01	Dispersão da espécie humana
			Pleistoceno	1,64	Extinção de muitos mamíferos, aves e plantas; surgimento da espécie humana
		Terciário	Plioceno	5,2	Surgimento dos primeiros homínidos
			Mioceno	23,3	Diversificação de mamíferos
			Oligoceno	35,4	Surgimento dos primatas
			Eoceno	56,5	Expansão das aves
			Paleoceno	65	Irradiação dos mamíferos
		MESOZÓICO	Cretáceo	145,6	Extinção dos dinossauros, pterossauros e répteis marinhos
			Jurássico	208	Surgimento dos grandes dinossauros e aves
			Triássico	245	Surgimento dos dinossauros e mamíferos; separação da Pangeia
	PALEOZÓICO	Permiano	290	Diversificação dos répteis e extinção de muitos invertebrados marinhos	
		Carbonífero	362,5	Auge dos anfíbios e explosão de vida na Terra	
		Devoniano	408,5	Diversificação dos peixes e surgimento dos anfíbios e insetos	
		Siluriano	439	Invasão das plantas e dos artrópodos no ambiente terrestre	
		Ordoviciano	510	Surgimento dos peixes sem mandíbulas (Agnathas)	
Cambriano		570	Explosão de vida no mar; origem da maioria dos filos de animais		
PROTEROZÓICO			2500	Origem dos primeiros seres fotossintetizantes e primeiras invertebrados	
ARQUEOZÓICO			4600	Origem da Terra; primeiros fósseis de procariontes	



Na mesma época ocorreu especiação⁴, em três linhas evolutivas, de modo que, a partir do *Miohippus* surgiram três novos grupos: *Hipohippus*, *Archeohippus* e *Kalobatippus*.

Esse surgimento pode ter ocorrido de duas formas: por isolamento geográfico, quando existe uma barreira física entre os grupos, ou por mudanças genéticas dentro da população, as mutações gênicas⁵.

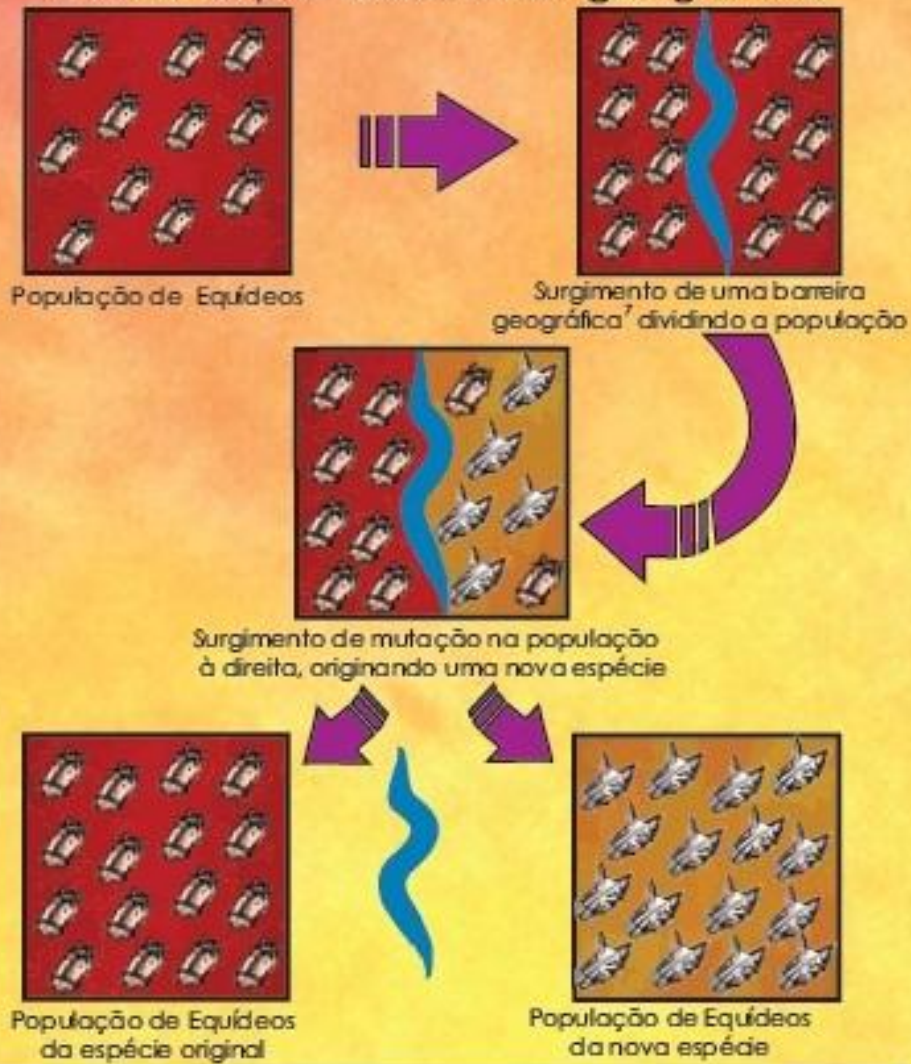
A especiação ocorre em situações em que populações da mesma espécie ficam por um longo tempo separadas, acontece de que através da seleção natural essas espécies passam a apresentar características próprias da região onde habita, e isso ocorrendo por várias gerações, pode resultar em novas espécies.



⁴Especiação: formação de novas espécies.

⁵Mutação gênica: mudança brusca no material genético, que ocorre ao acaso, e que pode ser transmitida aos descendentes.

Processo de Especiação causado por isolamento geográfico⁶



⁶ Isolamento geográfico: separação física de organismos da mesma espécie por barreira geográfica que impede seu encontro e cruzamento.

⁷ Barreira geográfica: são exemplos - rios, oceanos, serras, montanhas ou vales que separam dois grupos

Desses três novos grupos, os *Hipohippus* sobreviveram apenas por 10 milhões de anos nas novas planícies. Os *Archeohippus*, que eram um ramo de cavalos pigmeus, não sobreviveram às mudanças ambientais. Por fim, apenas os *Kalobatippus* sobreviveram. O fato de apresentarem mais características úteis ao novo ambiente tornou o grupo mais adaptado ao meio, garantindo a sua permanência.

Os *Kalobatippus* especiaram em outros dois grupos, os *Parahippus* e os *Merychippus*. Dos *Merychippus* evoluíram 19 novos Equídeos e desses, então, chegamos aos *Equus*, gênero dos grupos de cavalos e zebras atuais.

Então, se o cavalo e a zebra são evolutivamente tão próximos, por que só a zebra é listrada?

No fim do **Pleistoceno**, há cerca de 2 milhões de anos, houve uma glaciação^a e várias espécies de *Equus* migraram, algumas foram para o Velho Mundo (Europa, África e Ásia) e outras se espalharam pela América do Sul.

TEMPO GEOLÓGICO					
EON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE ¹	EVENTOS IMPORTANTES
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	Quaternário	Holoceno	0,01	Dispersão da espécie humana
			Pleistoceno	1,64	Extinção de muitos mamíferos, aves e plantas; surgimento da espécie humana
		Terciário	Plioceno	5,2	Surgimento dos primeiros homínidos
			Mioceno	23,3	Diversificação de mamíferos
			Oligoceno	35,4	Surgimento dos primatas
			Eoceno	56,5	Expansão das aves
	Paleoceno	65	irradiação dos mamíferos		
	MESOZÓICO	Cretáceo	145,6	Extinção dos dinossauros, pterossauros e répteis marinhos	
		Jurássico	208	Surgimento dos grandes dinossauros e aves	
		Triássico	245	Surgimento dos dinossauros e mamíferos; separação da Pangeia	
	PALEOZÓICO	Permiano	290	Diversificação dos répteis e extinção de muitos invertebrados marinhos	
		Carbonífero	362,5	Auge dos anfíbios e explosão de vida na Terra	
		Devoniano	408,5	Diversificação dos peixes e surgimento dos anfíbios e insetos	
Siluriano		439	Invasão das plantas e dos artrópodos no ambiente terrestre		
Ordoviciano		510	Surgimento dos peixes sem mandíbulas (Agnathas)		
		Cambriano	570	Explosão de vida no mar; origem da maioria dos filos de animais	
		PROTEROZÓICO	2500	Origem dos primeiros seres fotossintetizantes e primeiros invertebrados	
		ARQUEOZÓICO	4600	Origem da Terra; primeiros fósseis de procariontes	

^a Glaciação: nome dado ao período de resfriamento da Terra, em que densas camadas de gelo recobriam pequenas ou grandes porções de terras emersas e congelaram os oceanos em determinadas regiões.

As espécies que chegaram à América do Sul encontraram um ambiente bastante favorável à sua sobrevivência, com clima agradável e grande disponibilidade de alimento.

Além disso, os grandes carnívoros desse continente (principalmente a onça pintada) viviam em habitats diferentes daqueles favoráveis para os equídeos, não representando uma grande ameaça.



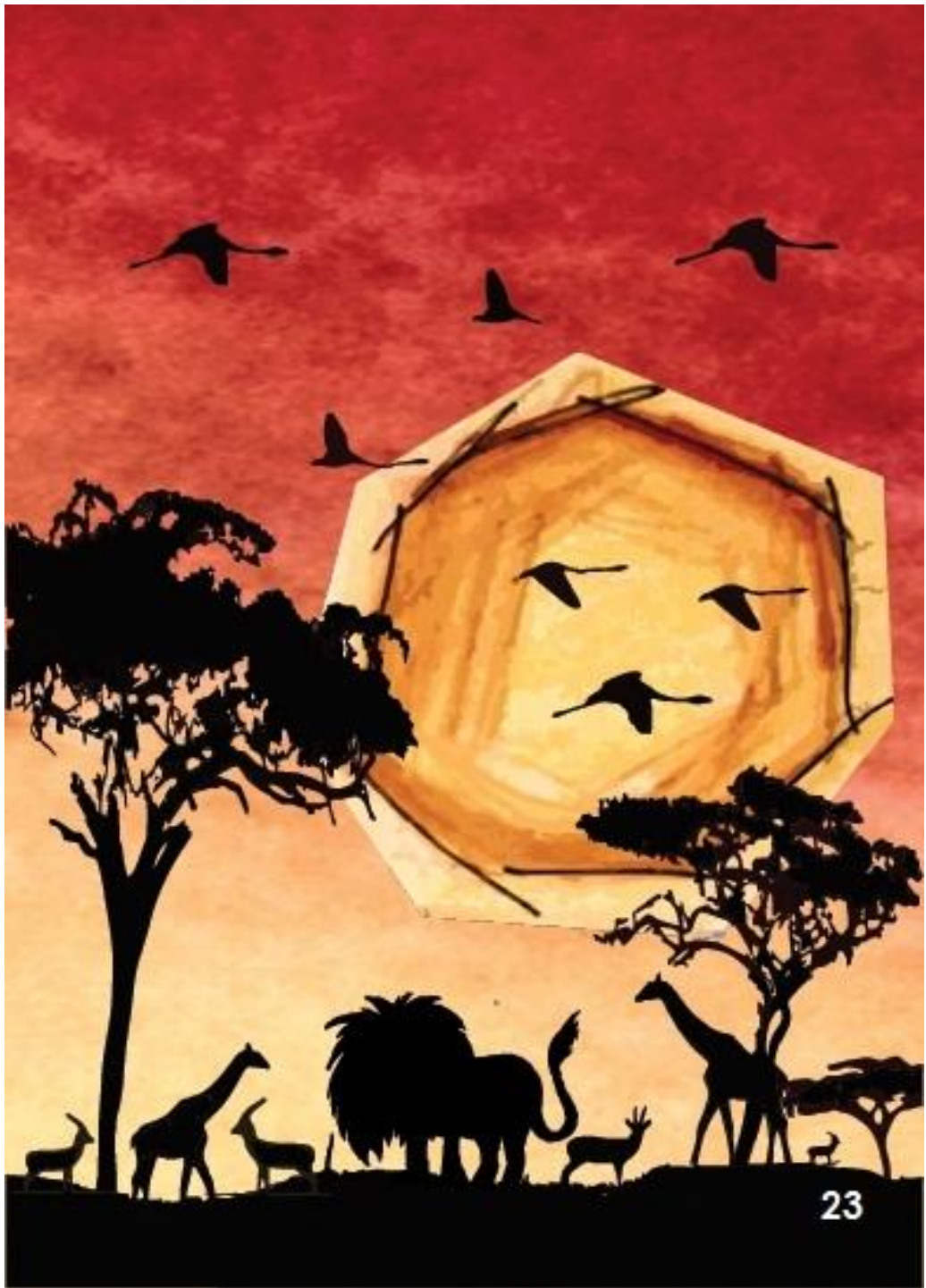
Esses fatores favoráveis fizeram com que as pressões do ambiente sobre esse grupo de *Equus* fossem mais brandas e que a seleção natural⁹ não atuasse tão fortemente.

Quando a seleção natural não atua muito sobre a espécie, essa espécie não sofre muitas modificações, o que explica porque os cavalos atuais (*Equus caballus*), originários dos *Equus* que migraram para a América do Sul, são tão parecidos com os grupos ancestrais.

Mas e as zebras? Por que são tão diferentes? Por que tem listras?

Bom, os grupos de *Equus* que migraram para a África encontraram um ambiente menos hospitaleiro. Lá as secas eram mais severas e os animais carnívoros mais hostis, os quais dividiam o mesmo habitat.

⁹A ação da seleção natural consiste em selecionar indivíduos com características mais adaptadas a determinadas condições do ambiente, assim, eliminando, ao longo das gerações, aquelas características desvantajosas.



O que aconteceu foi que, por mutação gênica⁵, apareceram algumas listras no dorso de alguns indivíduos. E, num ataque de um grupo de leoas, os indivíduos que não possuíam listras foram mais vulneráveis, enquanto que os indivíduos listrados não foram alvos das leoas e sobreviveram.

Esses indivíduos listrados, que sobreviveram ao ataque, puderam se reproduzir, transmitindo essa característica aos seus filhotes. Como esses descendentes também não eram alvos fáceis aos ataques das leoas, a história se repetia. Assim, as listras foram se tornando mais e mais frequentes na população, até que toda a população desses animais passou a apresentar listras, mostrando o sucesso evolutivo dessa característica que levou ao surgimento das zebras atuais (*Equus quagga*).



Descobriu-se, mais tarde, que as leões enxergam o mundo em preto e branco, então, acabam confundindo as listras das zebras com a vegetação dos altos pastos, mesmo eles sendo verdes e marrons.



Então, podemos entender que:

Os ancestrais das espécies que conhecemos viveram há milhões de anos.

As espécies ancestrais sofreram pressões do ambiente, e as que possuíam mais características favoráveis a esse ambiente perpetuaram, enquanto que as menos adaptadas desapareceram.

Quando uma espécie passa por isolamento geográfico ou por mudanças genéticas (mutações), isso pode dar origem a novas espécies, pelo processo de especiação.

Quanto mais pressão do ambiente, mais modificações são acumuladas nas espécies.

Quanto menos pressão do ambiente, menos modificações sofre uma espécie e mais parecida ela é com a espécie ancestral.

As mutações trazem modificações às espécies. O ambiente, através do tempo, irá decidir se essa mudança será ou não benéfica à espécie, o que define a Seleção Natural.

A Seleção Natural faz com que as espécies sejam mais adaptadas ao meio.

Agora vamos fazer algumas atividades para verificar se você entendeu bem a Evolução Biológica.

Faça um mapa conceitual, mostrando, na forma de um esquema, como os conceitos se relacionam. Para isso utilize as instruções e o exemplo a seguir.

Instruções para construção de um Mapa Conceitual

Para a confecção do seu mapa conceitual, utilize os conceitos trabalhados no livro, os quais são disponibilizados abaixo:

Evolução - Seleção Natural - Mudanças no Meio - Especiação - Tempo - Mutações - Novas Espécies - Isolamento Geográfico - Espécies Ancestrais - Adaptação.

1. Identifique o conceito principal, lembrando que ele é subjetivo e parte do entendimento de cada pessoa. No entanto deve haver relação lógica com os demais conceitos.
2. Ordene os conceitos relacionados, colocando o conceito principal no topo da lista.
3. Revise a lista e adicione conceitos, se achar necessário.

4. Comece o mapa conceitual colocando o conceito principal na parte superior, que é o primeiro nível hierárquico.
5. Escolha conceitos subordinados, colocando-os nos demais níveis hierárquicos.
6. Una os conceitos com linhas e atribua palavras que irão definir a relação entre os conceitos. Conceitos ligados sem palavras ou orações não mostram relação entre eles.
7. Busque relacionar os conceitos de diversas partes do mapa conceitual. Mapas conceituais com maior número de relações mostram que você tem mais clareza sobre o assunto.

Exemplo de mapa conceitual com o tema central "Célula":

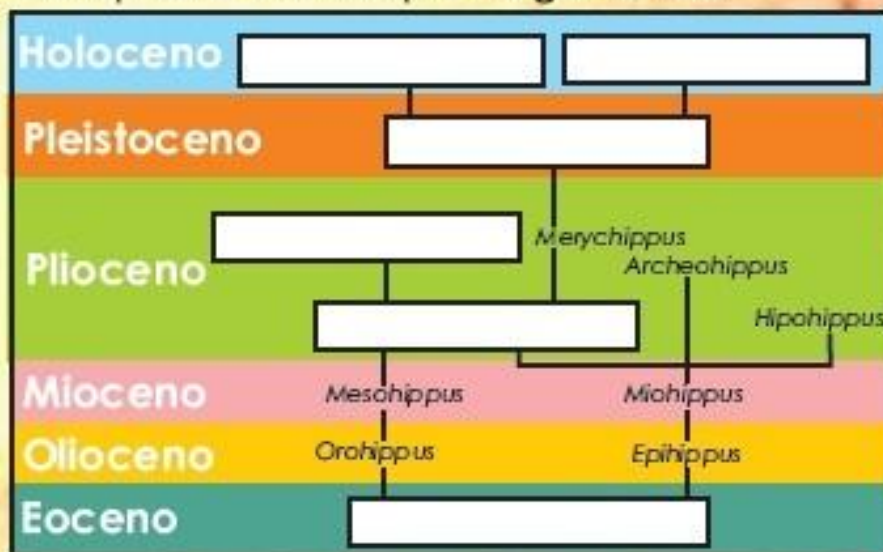


Monte aqui o seu mapa conceitual.



- Que tal agora completar o mapa filogenético¹⁰ dos Equídeos, desde o ancestral comum, até as espécies atuais que estudamos, ou seja, o cavalo e a zebra?

Use os nomes dos grupos de Equídeos que aparecem ao longo do livro e que estão disponibilizados abaixo para completar seu mapa filogenético.



Parahippus - *Equus quagga* - *Equus kalobatippus* - *Equus caballus* - *Equus* - *Hyracotherium*

¹⁰Mapa filogenético: é uma representação gráfica, em forma de árvore, apresentando as relações evolutivas entre várias espécies ou outras entidades que possam ter um ancestral comum.

Simulando a seleção natural sobre lagartas

Imagine que você seja um cientista e que esteja observando uma população de lagartas em que há indivíduos verdes e indivíduos marrons. Lembre-se que uma população é o conjunto de seres vivos da mesma espécie, e que lagartas são o alimento preferido de uma espécie de pássaro muito comum na região em questão.

Essa população de lagartas vive sobre as folhas de uma planta que possui coloração verde, da qual se alimentam. Após alguns dias observando a vida dessas lagartas, você pôde perceber que os pássaros se alimentavam mais das lagartas de coloração marrom.



• Como você explicaria o fato das lagartas de coloração marrom serem mais facilmente capturadas pelos pássaros?

Pinte com lápis de cor verde ou marrom como ficará essa população de lagartas depois de algumas gerações.



Explique por que isso irá acontecer com essa população e qual o nome desse processo natural.

As lagartas "se adaptaram" ao ambiente ou as lagartas "foram selecionadas" pelo ambiente? Explique sua resposta.

Para saber mais, leia.

"**A origem do cavalo**", artigo de Ana Sousa, publicado no volume nº6 da revista *Mundo dos Animais*, em Abril de 2008. Disponível em <<https://www.mundodosanimais.pt/>>.

"**Por que a zebra é listrada?**", livro de Carla Baredes, publicado pela editora Callis, em 2007.

Anotações

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	
35	

SOBRE O LIVRO

Formato: 14x21cm

Tipologia: Títulos = Riffic Regular, Corpo do texto = Minion Pro Regular

Papel de Miolo: Sulfite 90g

Papel de Capa: Triplex 250g

Número de Páginas: 36

Impressão: Editora UEG

Todos os direitos reservados.
Universidade Estadual de Goiás

BR-153 – Quadra Área, Km 99 – 75.132-903 – Anápolis-GO
www.ueg.br / Fone: (62) 3328-1181

2018

Impresso no Brasil / Printed in Brazil