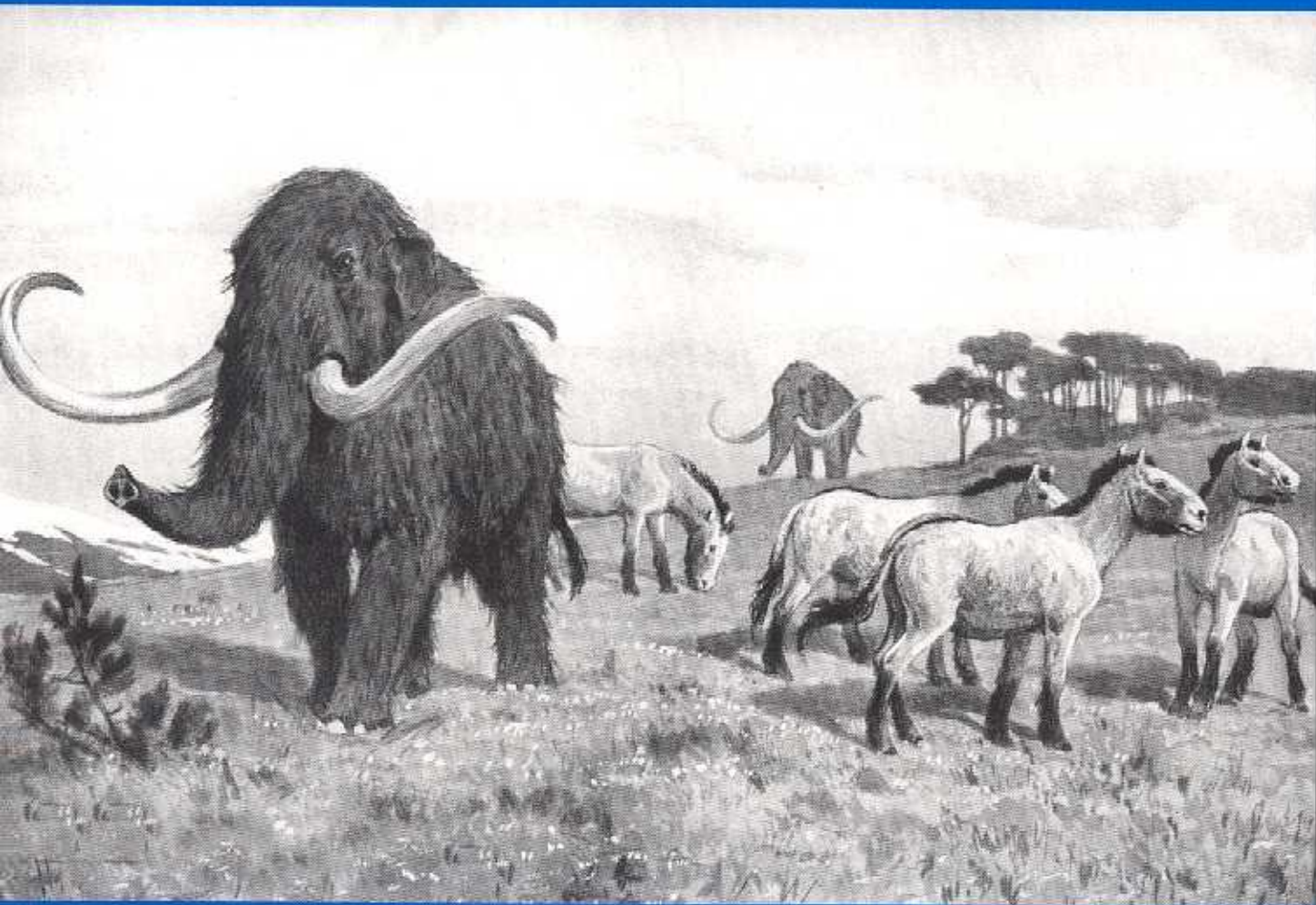


ULRICH KUTSCHERA

BIOLOGIA EVOLUTIVA



FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN

Ulrich Kutschera

(Friburgo de Brisgóvia [Alemanha], 1955), estudou Biologia e Química na Universidade de Friburgo de Brisgóvia, instituição em que trabalhou de 1980 a 1985 no domínio da Sistemática Zoológica e Evolução (investigação que possibilitou, entre outros resultados, a descrição de duas novas espécies). Após o seu doutoramento na área de Fisiologia Vegetal, de 1985 a 1988 realizou uma estadia de investigação como bolsista da Fundação Alexander von Humboldt nos EUA (Carnegie Institution/Universidade de Stanford; MSU-DOE Plant Research Laboratory/Universidade Estadual do Michigan). Na Universidade de Bonn acedeu em 1990 à categoria docente (*Habilitation*) na área de Botânica e obteve um lugar de professor. Na atualidade, é Professor Catedrático de Fisiologia Vegetal e Biologia Evolutiva na Universidade de Kassel (desde 1992) e *visiting professor* na Universidade de Stanford (EUA). É Presidente do grupo de trabalho em Biologia Evolutiva da Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin da Alemanha.

Carlos Garrido

(Ourense [Galiza], 1967), tradutor da presente obra, é Professor Titular de Tradução de Textos Científicos e Técnicos (alemão/galego-português e inglês/galego-português) na Universidade de Vigo e Presidente da Comissão Linguística da Associação Galega da Língua. No ano 1996 doutorou-se em Biologia, na Universidade de Santiago de Compostela, com um estudo taxonómico da fauna ibérica de gastrópodes pulmonados nus, e em 2002 veio a lume, por ele traduzido, o *Manual de Evolução e Sistemática*, de Walter Sudhaus e Klaus Rehfeld. É também autor dos livros *Aspectos Teóricos e Práticos da Tradução Técnico-Científica* (2001) e *Manual de Galego Científico* (2.ª ed., 2011) e em breve publicará o *Dicionário de Zoologia e Sistemática dos Invertebrados. Português, Inglês, Alemão, Espanhol*.

O tradutor, filho da nação simultaneamente mais velha e mais «nova» (menos autoconsistente) da Lusofonia, dedica a presente tradução à memória do **Prof. Alberto Xavier da Cunha** (1908-2002) quem, em paralelo ao seu labor docente e investigador, com inteligência e afã de serviço, verteu para a nossa língua valiosos manuais universitários de Biologia.

ULRICH KUTSCHERA

BIOLOGIA EVOLUTIVA

Tradução de
Carlos Garrido

Revisão científica de
João Ramalho de Sousa Santos

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN

*O tradutor, filho da nação simultaneamente mais velha e mais «nova» (menos autoconsciente) da Lusofonia, dedica a presente tradução à memória do **Prof. Alberto Xavier da Cunha** (1908-2002), quem, em paralelo ao seu labor docente e investigador, com inteligência e afã de serviço, verteu para a nossa língua valiosos manuais universitários de Biologia.*

ÍNDICE

Prólogo à segunda edição original	13
Prólogo à terceira edição original	17
1. Introdução e princípios gerais	
1.1. A formulação de teorias e o naturalismo metodológico	20
1.2. Biologia descritiva e biologia experimental	22
1.3. Questões fundamentais da biologia: ontogénese e filogénese	24
1.4. Fisiologia e biologia molecular: algumas regras fundamentais	28
1.5. A investigação da evolução como ciência histórica	34
2. História da descoberta do princípio de descendência filogenética e provas clássicas da evolução	
2.1. As três teorias sobre a origem das espécies	40
2.2. A teoria da descendência de Lamarck	42
2.3. A teoria da descendência de Darwin e Wallace	44
2.4. O princípio de seleção natural e as cinco teorias darwinianas	50
2.5. Árvores filogenéticas e definições	56
2.6. Sumário das provas clássicas da evolução	60
2.7. Domesticação de animais e cultura de plantas	61
2.8. Órgãos homólogos e mudança de função	63
2.9. Órgãos vestigiais e atavismos	68
2.10. Dados proporcionados pela embriologia	73
2.11. Distribuição geográfica dos animais	76
2.12. Seleção natural, adaptação e o dilema de Darwin	82

3. A teoria sintética da evolução biológica

3.1. Neodarwinismo	94
3.2. Síntese evolutiva	98
3.3. A teoria sintética da evolução: fundamentos e postulados	102
3.4. Microevolução e macroevolução	112
3.5. Definições de espécie: morfoespécie, bioespécie e ecótipos	115
3.6. Especiação (formação de espécies)	118
3.7. Alargamento da teoria sintética da evolução: a evolução como propriedade da vida	120
3.8. Do darwinismo à teoria sintética alargada da evolução	125

4. Paleobiologia: reconstrução dos seres vivos do passado

4.1. Fossilização e geocronologia	133
4.2. Datação radiométrica e escala temporal geológica	135
4.3. Arcaico: os primeiros vestígios da vida	139
4.4. Proterozoico: aparecimento de células complexas	143
4.5. Paleozoico: a era dos seres vivos de cobertura rígida mais antigos	148
4.6. Vulcanismo e extinção maciça de alcance planetário	159
4.7. Mesozoico: a era dos saurios	162
4.8. A extinção dos répteis gigantes: causas e consequências	175
4.9. Cenozoico: a era dos Mamíferos	178
4.10. Velocidade e progresso na evolução	190
4.11. Fósseis vivos, gradualismo e equilíbrio pontuado	192
4.12. Extinções maciças e teoria das catástrofes	195
4.13. Formas intermédias fósseis, taxas evolutivas e o dilema de Darwin	196

5. Evolução química e origem da célula

5.1. Hipótese da sopa primordial: biogénese num balão de laboratório	202
5.2. Hipótese dos impactos: moléculas orgânicas provenientes do cosmos	207
5.3. Hipótese da chaminé vulcânica: o mundo de ferro e enxofre	208
5.4. Auto-organização das biomoléculas	211
5.5. A protocélula: tentativa de reconstrução	214
5.6. Questões em aberto e conclusões	217

6. Endossimbiose e evolução celular: macroevolução à escala microscópica

6.1. Hipótese da simbiogénese	222
6.2. Células procariotas e células eucariotas	225
6.3. Classificação celular dos seres vivos	227
6.4. A teoria endossimbiótica	231
6.5. Endossimbiose primária e secundária	236
6.6. Filogénese das algas unicelulares: macroevolução à escala microscópica	239
6.7. Relíquias da época anterior à endossimbiose	244
6.8. Sistemas-modelo para o estudo da endossimbiose	246
6.9. Escala temporal da evolução celular: a endossimbiose como motor da macroevolução	249

7.
7.
7.2
7.3
7.4
7.5
7.6
7.7
7.8
7.9
7.10

8. E
d

8.1.
8.2.
8.3.1
8.4.1
8.5. P
8.6. L
8.7. P
8.8. F
8.9. R
8.10. C

9. Estr

9.1. A
9.2. Te
9.3. M
9.4. M
9.5. Ex
9.6. Rá
9.7. Ev
9.8. Esp
9.9. Exp
9.10. Ev
9.11. Sir

10. Evol
visõe

10.1. Rec
10.2. Cri
10.3. Em
10.4. Emb

7. Filogenética molecular e evolução: a árvore filogenética dos organismos	
7.1. Sistemática clássica e análise do parentesco	256
7.2. Filogenética molecular: fundamentos gerais	260
7.3. A árvore filogenética universal dos organismos	262
7.4. ADN mitocondrial e reconstrução de árvores filogenéticas	263
7.5. Evolução das plantas terrestres (Cormófitos): reconstrução da ontogénese e filogénese	270
7.6. Filogénese dos <i>Animalia</i> : os Poríferos como Metazoários	274
7.7. Irradiação adaptativa dos metazoários de cobertura rígida no Câmbrio	277
7.8. Irradiação adaptativa dos Mamíferos no Terciário	280
7.9. Origem do ser humano moderno: comprovação da hipótese de Darwin	282
7.10. Relógios moleculares, fósseis e a árvore filogenética dos organismos	286
8. Etologia evolutiva: reconstrução da filogénese mediante observação e comparação do comportamento	
8.1. Os Clitellados, um grupo monofilético	292
8.2. Formas intermédias atuais nos Invertebrados	295
8.3. Estratégias reprodutivas dos hermafroditas vermiformes	297
8.4. Descrição comparativa do comportamento de cuidado parental entre as sanguessugas	301
8.5. Reconstrução da filogénese do comportamento de cuidado parental	306
8.6. Duração dos cuidados parentais e tamanho do ovo em sanguessugas e peixes	311
8.7. Peixes voadores: um grupo polifilético	312
8.8. Estudos etológicos comparativos sobre o voo dos peixes	314
8.9. Reconstrução do desenvolvimento filogenético da capacidade de voo entre os peixes	317
8.10. O método comparativo na investigação evolutiva do comportamento: egoísmo e altruísmo	321
9. Estudo experimental da evolução: da criação de animais à simulação no computador	
9.1. A ascendência do cão-doméstico	326
9.2. Teosinto e milho de cultura	328
9.3. Mecanismos fotossintéticos nas plantas superiores	330
9.4. Melanismo industrial nas mariposas	334
9.5. Experiências com populações de <i>guppies</i>	336
9.6. Rápida especiação dos ciclídeos da África Oriental	338
9.7. Evolução imprevisível dos tentilhões-de-darwin	343
9.8. Especiação mediante poliploidização nas Angiospérmicas	348
9.9. Experiências com culturas de bactérias	350
9.10. Evolução de moléculas de ARN no tubo de ensaio	353
9.11. Simulações no computador, organismos digitais e macroevolução	356
10. Evolução versus criacionismo: regra biogenética, embriologia evolutiva e diferentes visões do mundo	
10.1. Receção da teoria da descendência e politização da biologia	364
10.2. Criacionistas e teóricos do <i>design</i> inteligente	367
10.3. Ernst Haeckel e a lei biogenética fundamental	371
10.4. Embriologia evolutiva e genes <i>hox</i>	375

11. Principais objeções contra a teoria da evolução e respectivos contra-argumentos

11.1. Teoria criacionista e modelo dos tipos básicos	380
11.2. A antiguidade da Terra e dos seres vivos.....	383
11.3. Considerações estatísticas acerca do aparecimento da vida.....	385
11.4. A origem da homociralidade.....	388
11.5. Teoria da evolução e princípio da entropia	389
11.6. Auto organização da matéria	391
11.7. Questões abertas no estudo da evolução	392
11.8. A biologia evolutiva enquanto ciência natural	394
11.9. Experiências para comprovar a teoria da evolução.....	397
11.10. Afirmções não provadas e falsamentos.....	399
11.11. Conclusões gerais e avaliação do criacionismo	404

12. Epílogo: evolução, fé cristã e ética

12.1. Dogmatismo cristão	412
12.2. Ateísmo entre os biólogos	414
12.3. Evolução, alma e morte	415
12.4. Éticas cristã e evolucionista.....	416
12.5. Um olhar para o futuro	420

Glossário	427
------------------------	-----

Bibliografia	443
---------------------------	-----

Apêndice: A escala do tempo geológico de 2004	457
--	-----

Índice alfabético remissivo	461
--	-----