

BIOLOGIA DAS CÉLULAS

Origem da vida

Citologia e Histologia

Reprodução
e Desenvolvimento

**José Mariano
Amabis**

Professor Doutor
do Departamento de Biologia do
Instituto de Biociências da USP

Coordenador de Educação
do Centro de Estudo do
Genoma Humano da USP

**Gilberto Rodrigues
Martho**

Licenciado em Ciências
Biológicas pelo Instituto
de Biociências da USP

1



ENSINO MÉDIO 1ª série

2ª edição

 **Moderna**

APRESENTAÇÃO

Prezado estudante

A Biologia ocupa hoje lugar de destaque entre as ciências, principalmente graças ao avanço e à divulgação dos conhecimentos sobre o mundo invisível das células e das moléculas. É exatamente desses conhecimentos que trata este livro, **Biologia das Células**. Visando tornar seu estudo mais atraente e motivador, nele apresentamos não só os conceitos básicos, mas também as novas descobertas científicas e os debates travados entre os cientistas nas fronteiras do conhecimento.

Embora fascinante, a Biologia não deixa de ser um desafio para o estudante: são muitos os conceitos e processos a serem aprendidos, o que exige dedicação e paciência. Sugerimos que você leia o texto com cuidado, analisando detalhadamente as ilustrações e suas legendas; faça as atividades propostas e teste seus conhecimentos; reveja os conceitos sempre que tiver dúvida, contando para isso com a ajuda do índice remissivo, apresentado ao final do livro.

Temos certeza de que seus esforços serão recompensados. Você se sentirá mais seguro e preparado para suas provas e exames e passará a dominar conhecimentos sobre a natureza da vida, cada vez mais importantes para o exercício da cidadania e para a preservação de um ambiente terrestre habitável, do qual todos nós dependemos.

Esperamos que este livro ajude você a descobrir por que a Biologia é uma das ciências mais destacadas e promissoras do século XXI.

Os Autores

Agradecimentos

Agradecemos a todos os que participaram da elaboração desta nova edição da obra *Biologia das células*, em especial a:

Ricardo Seballos, por suas decisões, cronogramas e confiança em nosso trabalho;

José Luiz Carvalho da Cruz, pela coordenação e boas sugestões no acompanhamento do projeto;

Elena Versolato, pelo trabalho editorial dedicado, criterioso e paciente;

Silvana Cobucci Leite, pela competente preparação de texto e por tantas boas sugestões;

Sandra Botelho de Carvalho Homma e Marta Cerqueira Leite, pelo projeto gráfico e capas de bom gosto;

Wilson Gazzoni Agostinho, pela coordenação da edição de arte;

Adilson Secco e Jurandir Ribeiro, pelas novas ilustrações;

Maria Magalhães, pela seleção das fotos;

Nelson Matsuda e pessoal da Setup Bureau, pelos trabalhos de diagramação e editoração;

Estevam Vieira Léo Jr. e equipe, pelo cuidadoso trabalho de revisão;

Profª. Maria Aparecida Rodrigues, que colaborou na seleção das questões de A Biologia no Vestibular.

SUMÁRIO

PARTE I

CAPÍTULO 1 O que é vida?, 2

- 1.1 A origem da Biologia, 2
- 1.2 Características dos seres vivos, 3
 - ▶ Composição química, 3
 - ▶ Organização da matéria viva, 4
 - ▶ Metabolismo, 4
 - ▶ Reação e movimento, 5
 - ▶ Crescimento e reprodução, 5
 - ▶ Hereditariedade, 6
 - ▶ Variabilidade genética, seleção natural e adaptação, 6
 - ▶ Uma definição de vida, 7
- 1.3 Níveis de organização em Biologia, 7
- 1.4 A Biologia e algumas questões da atualidade, 9
- 1.5 A Biologia como ciência, 10
 - ▶ A natureza do conhecimento científico, 10
 - ▶ O método hipotético-dedutivo em ciência, 10
 - Quadro 1.1 • Exemplos pioneiros de procedimentos científicos em Biologia, 12
 - Quadro 1.2 • Principais subdivisões da Biologia, 14
 - ▶ Relação entre ciência e tecnologia, 15
 - Leitura *A verdade em ciência*, 16
- Atividades, 18

CAPÍTULO 2 Origem da vida na Terra, 22

- 2.1 A formação da Terra, 22
 - Quadro 2.1 • A origem do universo e do Sistema Solar, 23
- 2.2 Biogênese *versus* abiogênese, 25
 - O experimento de Redi, 25
 - Polêmicas sobre a origem dos micróbios, 26
 - Pasteur e a derrubada da abiogênese, 27
 - Quadro 2.2 • Primeiros “caçadores de micróbios”, 29
- 2.3 Teorias modernas sobre a origem da vida, 30
 - ▶ Panspermia e evolução química, 30
 - ▶ As condições na Terra primitiva, 30
 - ▶ Os primeiros vestígios de vida na Terra, 31

- ▶ Origem pré-biótica de compostos orgânicos, 32
- ▶ O “mundo do RNA”, 34
- ▶ Evolução dos processos energéticos, 34

■ 2.4. Evolução e diversificação da vida, 37

- ▶ Origem da célula eucariótica, 37
- ▶ A origem da multicelularidade, 39

Quadro 2.3 • Dinâmica planetária e as idades da Terra, 40

Leitura *O dia em que a Terra incendiou-se*, 44

■ Atividades, 46

CAPÍTULO 3 A base molecular da vida, 51

■ 3.1 A Química e a vida, 51

Quadro 3.1 • Átomos, moléculas e ligações químicas, 53

■ 3.2 Constituintes da matéria viva, 55

- ▶ Principais elementos químicos dos seres vivos, 55
- ▶ Principais moléculas dos seres vivos, 55

Quadro 3.2 • Relação dos principais íons essenciais e seu papel no corpo humano, 56

■ 3.3 A água e os seres vivos, 57

- ▶ Estrutura molecular da água, 57
- ▶ Importância da água para a vida, 57

■ 3.4 Glicídios, 60

- ▶ Classificação dos glicídios, 61
- ▶ Importância dos glicídios, 64

■ 3.5 Lipídios, 64

- ▶ Fosfolipídios, 67

Quadro 3.3 • A química de uma bolha de sabão, 68

- ▶ Carotenóides, 69

■ 3.6 Proteínas, 70

- ▶ A descoberta das proteínas, 70
- ▶ Composição molecular das proteínas, 70
- ▶ Em que diferem as proteínas?, 71
- ▶ Aminoácidos essenciais, 71
- ▶ Arquitetura das proteínas, 73
- ▶ Funções das proteínas, 74

■ 3.7 Vitaminas, 77

- ▶ A descoberta das vitaminas, 77
- ▶ Fontes naturais de vitaminas e avitaminoses, 78

Quadro 3.4 • Principais vitaminas e sintomas de sua deficiência, 78

- 3.8 Ácidos nucleicos, 80
 - Tipos de ácido nucleico: DNA e RNA, 80
 - Componentes dos ácidos nucleicos, 80
 - Estrutura espacial dos ácidos nucleicos, 80
- Leitura *Os príons*, 81
- Atividades, 83

PARTE II

CAPÍTULO 4 A descoberta da célula, 90

- 4.1 O mundo microscópico, 90
 - Microscópio simples e microscópio composto, 90
 - Origem do termo “célula”, 91
 - Teoria celular, 91
- 4.2 A célula observada ao microscópio óptico, 93
 - Partes fundamentais da célula, 93
 - O funcionamento dos microscópios ópticos, 94

Quadro 4.1 • Unidades de medida para o mundo microscópico, 95

 - Técnicas para observação ao microscópio óptico, 96
- 4.3 A célula observada ao microscópio eletrônico, 99
 - O funcionamento dos microscópios eletrônicos, 99
 - Técnicas para observação ao microscópio eletrônico, 101
 - Descobrimos o interior das células vivas, 101
- 4.4 Outros métodos de estudo da célula, 102
 - Fracionamento celular, 102
 - O uso de substâncias radioativas em Citologia, 104

Leitura *Uma história de 400 anos*, 105
- Atividades, 106

CAPÍTULO 5 Fronteiras da célula, 109

- 5.1 Membrana plasmática, 109
 - Organização molecular da membrana, 109
- 5.2 Permeabilidade celular, 111
 - Passagem de substâncias através da membrana, 111

Quadro 5.1 • Osmose na célula vegetal, 113

Quadro 5.2 • Fibrose cística: um exemplo de distúrbio na permeabilidade celular, 116

- 5.3 Endocitose e exocitose, 117
 - Endocitose, 117
 - Exocitose, 119
- 5.4 Envoltórios externos à membrana plasmática, 119
 - Glicocálix, 119
 - Paredes celulares, 119

Leitura *Conexons e bombas de cálcio*, 122
- Atividades, 123

CAPÍTULO 6 O citoplasma, 129

- 6.1 Organização geral do citoplasma, 129
- 6.2 O citoplasma das células procarióticas, 130
- 6.3 O citoplasma das células eucarióticas, 131
 - Retículo endoplasmático, 133
 - Complexo golgiense, 135
 - Lisossomos, 137

Quadro 6.1 • Lisossomos e doenças, 139

 - Peroxissomos, 140
 - Vacúolos da célula vegetal, 140
 - Citoesqueleto, 141
 - Citoesqueleto e movimentação celular, 143
 - Cílios e flagelos, 144
 - Mitocôndrias, 145
 - Plastos, 146

Leitura *DNA mitocondrial*, 148
- Atividades, 151

CAPÍTULO 7 Núcleo e cromossomos, 157

- 7.1 Aspectos gerais do núcleo celular, 157
 - Descoberta do núcleo, 158
- 7.2 Componentes do núcleo celular, 159
 - Carioteca ou envelope nuclear, 159
 - Organização do poro nuclear, 160
 - Cromatina, 161
 - Nucléolos, 161
 - Nucleoplasma ou cariolínta, 161
- 7.3 Cromossomos da célula eucariótica, 161
 - Arquitetura do cromossomo eucariótico, 161
 - Características gerais do cromossomo, 162
 - Cromossomos e genes, 163

- ▶ Cromossomos homólogos, 164
- Quadro 7.1 • Determinação genética do sistema AB0 de tipo sanguíneo, 165
- 7.4 Cromossomos humanos, 166
 - ▶ Cariótipo humano normal, 166
 - ▶ Alterações cromossômicas na espécie humana, 167
- Leitura *Por que o cromossomo Y é tão estranho?*, 169
- Atividades, 171

CAPÍTULO 8 Divisão celular: mitose e meiose, 175

- 8.1 Importância da divisão celular, 175
- 8.2 Ciclo celular, 177
 - ▶ Interfase: G₁, S e G₂, 177
- 8.3 Mitose, 178
 - ▶ Fases da mitose, 180
 - ▶ Citocinese, 184
 - ▶ Divisão celular em bactérias, 185
- 8.4 Regulação do ciclo celular, 185
 - Quadro 8.1 • Câncer, 186
- 8.5 Meiose, 188
 - ▶ Fases da meiose, 188
 - ▶ Onde e quando ocorre a meiose, 193
- Leitura *As origens do câncer*, 194
- Atividades, 196

PARTE III

CAPÍTULO 9 Metabolismo energético (I): respiração celular e fermentação, 202

- 9.1 Energia para a vida, 202
 - ▶ Anabolismo e catabolismo, 202
 - ▶ A energia nas reações químicas, 203
- 9.2 ATP, a “moeda energética” do mundo vivo, 207
 - ▶ Estrutura química do ATP, 207
- 9.3 Respiração celular, 208
 - ▶ Glicólise: a etapa extramitocondrial da respiração celular, 210

- ▶ Ciclo de Krebs, ou ciclo do ácido cítrico, 211
- ▶ Fosforilação oxidativa, 213
- ▶ Fontes de energia para a respiração celular: glicídios e ácidos graxos, 216
- 9.4 Fermentação, 216
 - ▶ Tipos de fermentação, 218
- Leitura *Síntese de ATP em mitocôndrias e cloroplastos*, 219
- Atividades, 220

CAPÍTULO 10 Metabolismo energético (II): fotossíntese e quimiossíntese, 225

- 10.1 Aspectos gerais da fotossíntese, 225
 - ▶ Estabelecendo a equação da fotossíntese, 226
 - ▶ Cloroplasto, a sede da fotossíntese, 229
- 10.2 Etapas da fotossíntese, 229
 - ▶ Absorção de luz, 230
 - ▶ Transporte de elétrons, 230
 - ▶ Produção de ATP, 230
 - ▶ Fixação do carbono, 230
- 10.3 Transformação de energia luminosa em energia química, 231
 - ▶ A natureza da luz, 231
 - ▶ Espectro de luz visível e fotossíntese, 231
 - ▶ Pigmentos fotossintetizantes e fotossistemas, 231
 - ▶ Excitação da clorofila, 232
- 10.4 Fotofosforilação acíclica e fotofosforilação cíclica 234
 - ▶ Fotossistemas: PSI e PSII, 234
 - ▶ Fotofosforilação acíclica, 235
 - ▶ Fotofosforilação cíclica, 236
- 10.5 Ciclo das pentoses, 236
 - ▶ Destino dos produtos do ciclo das pentoses, 237
- 10.6 Quimiossíntese, 238
 - Leitura *Um experimento engenhoso*, 239
- Atividades, 240

CAPÍTULO 11 O controle gênico das atividades celulares, 244

- 11.1 Natureza química do gene, 244
 - ▶ A descoberta do DNA, 244
 - ▶ Estrutura molecular do DNA, 245

Quadro 11.1 • A natureza do código genético, 246

▶ Duplicação semiconservativa do DNA, 247

■ 11.2 Genes e RNA: a transcrição gênica, 247

▶ Relação entre genes, cromossomos e DNA, 247

Quadro 11.2 • Evidência experimental da duplicação semiconservativa do DNA, 248

▶ Transcrição gênica, 250

■ 11.3 Mecanismo de síntese das proteínas: tradução gênica, 253

▶ Início da síntese da cadeia polipeptídica, 253

▶ Crescimento da cadeia polipeptídica, 254

▶ Término da síntese da cadeia polipeptídica, 256

Leitura *A programação genética*, 257

■ Atividades, 259

PARTE IV

CAPÍTULO 12 Tecidos epiteliais, 266

■ 12.1 A estratégia multicelular, 266

▶ Vantagens da multicelularidade, 266

▶ Tecidos corporais, 268

■ 12.2 Tecidos epiteliais, 268

▶ Epitélios de revestimento, 268

Quadro 12.1 • A pele humana, 273

▶ Epitélios glandulares, 279

Leitura *Pele adentro*, 281

■ Atividades, 283

CAPÍTULO 13 Tecidos conjuntivos, 286

■ 13.1 Características gerais e tipos de tecido conjuntivo, 286

■ 13.2 Tecidos conjuntivos propriamente ditos, 288

▶ Componentes dos tecidos conjuntivos, 288

■ 13.3 Tecidos conjuntivos especiais, 293

▶ Tecido adiposo, 293

▶ Tecido cartilaginoso, 294

▶ Tecido ósseo, 295

▶ Tecido hematopoietico, 298

Leitura *Embaixo de sua pele*, 299

■ Atividades, 301

CAPÍTULO 14 Tecido sangüíneo, 304

■ 14.1 Características do sangue e origem das células sangüíneas, 304

▶ Tecidos hemocitopoéticos ou hematopoéticos, 304

■ 14.2 Componentes do sangue humano, 307

▶ Plasma sangüíneo, 307

▶ Hemácias (glóbulos vermelhos), 307

▶ Leucócitos (glóbulos brancos), 309

Quadro 14.1 Resposta inflamatória, 311

▶ Plaquetas (ou trombócitos) e coagulação do sangue, 314

Leitura *Um kit rápido para consertar o corpo com seu próprio sangue*, 315

■ Atividades, 317

CAPÍTULO 15 Tecidos musculares, 320

■ 15.1 Características gerais dos tecidos musculares, 320

■ 15.2 Tecido muscular estriado esquelético, 321

▶ Estrutura da fibra muscular estriada esquelética, 322

▶ Dinâmica da contração muscular, 325

▶ Músculos e exercício físico, 326

■ 15.3 Tecido muscular estriado cardíaco, 328

■ 15.4 Tecido muscular não-estriado (ou tecido muscular liso), 329

Leitura *Músculos e envelhecimento*, 330

■ Atividades, 332

CAPÍTULO 16 Tecido nervoso, 335

■ 16.1 Características gerais do tecido nervoso, 335

■ 16.2 Células do tecido nervoso, 336

▶ Neurônios, 336

▶ Gliócitos, 338

▶ Neurofibras mielinizadas e não-mielinizadas, 339

■ 16.3 A natureza do impulso nervoso, 341

▶ Propagação do impulso nervoso, 341

▶ Sinapses nervosas, 342

Leitura *Medula óssea gera novos neurônios*, 344

■ Atividades, 345

PARTE V

CAPÍTULO 17 Reprodução e ciclos de vida, 352

- 17.1 Tipos de reprodução, 352
 - ▶ Reprodução assexuada, 352
 - ▶ Reprodução sexuada, 354
- 17.2 Tipos de ciclo de vida, 355
 - ▶ Ciclo haplobionte diplonte, 355
 - ▶ Ciclo haplobionte haplonte, 356
 - ▶ Ciclo diplobionte, 357
- 17.3 Reprodução humana, 358
 - ▶ Sistema genital feminino, 358
 - ▶ Sistema genital masculino, 361
 - ▶ Fecundação, 363
 - Quadro 17.1 Bebês de proveta e clonagem humana, 366
 - Quadro 17.2 Métodos contraceptivos, 367
 - Quadro 17.3 Doenças sexualmente transmissíveis (DSTs), 370
 - Leitura *Clonagem de mamíferos*, 372
- Atividades, 374

CAPÍTULO 18 Desenvolvimento embrionário dos animais, 380

- 18.1 Aspectos gerais do desenvolvimento embrionário, 380
 - ▶ Primeiras idéias sobre desenvolvimento, 380
 - ▶ Do zigoto ao organismo: visão geral do desenvolvimento, 382
- 18.2 Segmentação e formação da blástula, 382
 - ▶ Segmentação ou clivagem, 382
 - ▶ Formação da blástula, 384
- 18.3 Gastrulação, 386
 - ▶ Tipos de movimentos na gastrulação, 386
 - ▶ Eixos corporais, 388
 - ▶ Formação dos folhetos germinativos, 388
- 18.4 Formação dos tecidos e dos órgãos, 389
 - ▶ Tubo nervoso, 389

- ▶ Notocorda, 390
- ▶ Mesoderma, 390
- ▶ Endoderma, 391

■ Quadro 18.1 Desenvolvimento embrionário do anfíoxo, 392

■ Quadro 18.2 Desenvolvimento embrionário em anfíbios, 395

■ Quadro 18.3 Desenvolvimento embrionário em aves e répteis, 399

- ▶ Formação dos folhetos germinativos, 400
- ▶ Anexos embrionários, 401

■ Leitura *Pioneiros da Embriologia Experimental*, 404

- Atividades, 406

CAPÍTULO 19 Desenvolvimento embrionário humano, 413

- 19.1 Aspectos gerais do desenvolvimento em mamíferos, 413
 - ▶ Desenvolvimento embrionário nas subclasses de mamíferos, 413
- 19.2 Embriologia dos mamíferos placentários, 415
 - ▶ Segmentação e formação do blastocisto, 415
 - ▶ Formação dos folhetos germinativos e dos anexos embrionários, 417
 - ▶ Nidação, 418
 - ▶ Formação da placenta, 421
- 19.3 Parto, 423
 - Quadro 19.1 Gêmeos humanos, 425
 - Leitura *Um estranho dentro de você*, 428
- Atividades, 431

Bibliografia, 433

Respostas - A Biologia no vestibular, 435

Siglas de vestibulares, 441

Anexo - A nova nomenclatura anatômica, 442

Índice Remissivo, 444