

A Lo studio della vita: la cellula

UNITÀ 1

Biologia: la scienza della vita

A cena sugli alberi 2

1 I grandi temi della biologia

- 1.1 A ogni livello dell'organizzazione gerarchica della vita emergono nuove proprietà 4
- 1.2 Gli organismi interagiscono con l'ambiente, scambiando con esso materia ed energia 5
- 1.3 Le cellule sono le unità strutturali e funzionali della vita 6

2 L'evoluzione: il tema centrale della biologia

- 1.4 L'unità della vita: tutte le forme di vita hanno caratteristiche comuni 6
- 1.5 **ESPLORANDO** La diversità della vita: la vita esiste in molteplici forme classificabili in tre domini 8
- 1.6 L'evoluzione spiega l'unità e la diversità della vita 10

3 Il metodo scientifico

- 1.7 Per studiare la natura gli scienziati si servono della combinazione di due fondamentali approcci 11
- 1.8 Il metodo scientifico all'opera 12

4 Biologia e vita quotidiana

- 1.9 **AMBIENTE** Biologia, tecnologia e società sono connesse in modo significativo 14
- 1.10 **EVOLUZIONE** L'evoluzione è importante per la nostra vita quotidiana 14

AREA DI SINTESI E VERIFICA

15

UNITÀ 2

Le basi chimiche della vita

Formiche giardiniera 18

1 Elementi, atomi e molecole

- 2.1 Tutti gli organismi sono costituiti da circa 25 elementi chimici 20
- 2.2 **SALUTE** Gli elementi in tracce sono comuni additivi negli alimenti 20
- 2.3 Gli elementi possono combinarsi per formare composti 21
- 2.4 Gli atomi sono costituiti da protoni, neutroni ed elettroni 22
- 2.5 **SALUTE** Gli isotopi radioattivi: alleati preziosi e minacce per la salute 23
- 2.6 La disposizione degli elettroni intorno al nucleo determina le proprietà chimiche di un atomo 24
- 2.7 I legami ionici sono interazioni tra ioni di carica opposta 24

- 2.8 Nei legami covalenti gli atomi si uniscono mediante la condivisione di elettroni 25
- 2.9 Nelle reazioni chimiche si formano e si spezzano legami 26
- 2.10 Una ineguale condivisione degli elettroni di legame dà luogo a molecole polari 27
- 2.11 I legami idrogeno sono legami deboli fondamentali nella chimica della vita 27

2 Le particolari proprietà dell'acqua favoriscono la vita

- 2.12 I legami idrogeno sono responsabili della coesione dell'acqua allo stato liquido 28
- 2.13 I legami idrogeno rendono l'acqua molto resistente alle variazioni di temperatura 28
- 2.14 Il ghiaccio è meno denso dell'acqua allo stato liquido 29
- 2.15 L'acqua è un ottimo solvente 29
- 2.16 La chimica della vita è sensibile al grado di acidità e basicità dell'ambiente 30
- 2.17 **AMBIENTE** Le precipitazioni acide e l'acidificazione degli oceani sono una grave minaccia per l'ambiente 31
- 2.18 **EVOLUZIONE** Le indagini sulla vita extraterrestre si concentrano sulla ricerca di acqua 31

AREA DI SINTESI E VERIFICA

32

UNITÀ 3

Le molecole della cellula

Lattosio: sì o no? 36

1 Il carbonio, lo "scheletro" della vita

- 3.1 La diversità delle molecole che caratterizzano la vita si fonda sulle proprietà del carbonio 38
- 3.2 Gruppi chimici caratteristici contribuiscono a determinare le proprietà dei composti organici 39
- 3.3 Le cellule sintetizzano molti tipi di grandi molecole a partire da un numero limitato di molecole più piccole 40

2 I carboidrati

- 3.4 I monosaccaridi sono i carboidrati più semplici 41
- 3.5 Le cellule formano i disaccaridi unendo due monosaccaridi 42
- 3.6 **SALUTE** Lo sciroppo di mais ad alto contenuto di fruttosio può essere uno dei responsabili dell'obesità? 42
- 3.7 I polisaccaridi sono lunghe catene di monosaccaridi 43

3 I lipidi

- 3.8 I grassi sono lipidi impiegati principalmente per immagazzinare energia 44
- 3.9 I fosfolipidi e gli steroidi sono lipidi che svolgono una grande varietà di funzioni 45
- 3.10 **SALUTE** Gli steroidi anabolizzanti costituiscono un grave rischio per la salute 45

4 Le proteine

- 3.11 Le proteine svolgono un ruolo fondamentale in molte strutture e funzioni cellulari 46
- 3.12 Le proteine sono costituite da amminoacidi legati mediante legami peptidici 46
- 3.13 La forma specifica di una proteina determina la sua funzione 47
- 3.14 **ESPLORANDO** Nella forma di una proteina si distinguono quattro livelli strutturali 48

5 Gli acidi nucleici

- 3.15 Gli acidi nucleici sono polimeri di nucleotidi coinvolti nella formazione delle proteine 50
- 3.16 **EVOLUZIONE** La tolleranza al lattosio è un evento recente nell'evoluzione umana 51

AREA DI SINTESI E VERIFICA

52

UNITÀ 4

Viaggio all'interno della cellula

Vedere le cellule in movimento 56

1 Introduzione alla cellula

- 4.1 Il microscopio svela il mondo della cellula 58
- 4.2 La maggior parte delle cellule ha dimensioni microscopiche 60
- 4.3 La cellula procariote è strutturalmente più semplice di quella eucariote 61
- 4.4 **ESPLORANDO** Le cellule eucariote sono suddivise in compartimenti con funzioni diverse 62
- 4.5 Grazie alla loro struttura le membrane cellulari svolgono importanti funzioni 64

2 Le strutture cellulari coinvolte nella sintesi e nella demolizione delle molecole

- 4.6 Il nucleo è il centro di controllo della cellula 64
- 4.7 I ribosomi sintetizzano le proteine utilizzate all'interno e all'esterno della cellula 65
- 4.8 Molti organuli cellulari sono connessi attraverso un sistema di membrane interne 65

4.9	Il reticolo endoplasmatico è una "fabbrica" di molecole biologiche	66	5.6	Le proteine di trasporto facilitano la diffusione di alcune molecole attraverso le membrane	85	6.11	SALUTE Alcuni veleni bloccano passaggi cruciali della respirazione cellulare	109
4.10	L'apparato di Golgi rifinisce, seleziona e trasporta i prodotti cellulari	67	5.7	Le cellule consumano energia per trasportare un soluto contro il gradiente di concentrazione	86	6.12	In sintesi: ogni molecola di glucosio permette di produrre molte molecole di ATP	110
4.11	I lisosomi sono i compartimenti digestivi della cellula	68	5.8	ESPLORANDO Le grandi molecole attraversano le membrane mediante esocitosi ed endocitosi	87	6.13	La fermentazione permette alle cellule di produrre ATP in assenza di ossigeno	111
4.12	I vacuoli contribuiscono a mantenere costanti le caratteristiche dell'ambiente cellulare	68	2 La cellula e l'energia			6.14	EVOLUZIONE L'evoluzione della glicolisi risale agli albori della vita sulla Terra	112
3 Gli organuli che forniscono energia alla cellula						3 Il metabolismo della cellula		
4.13	I mitocondri ricavano energia chimica dal cibo	69	5.9	Quando compie un lavoro la cellula trasforma l'energia	88	6.15	Le cellule utilizzano molti tipi di molecole organiche per procurarsi l'energia di cui hanno bisogno	112
4.14	I cloroplasti convertono l'energia solare in energia chimica	69	5.10	Le leggi della termodinamica regolano le trasformazioni di energia	89	6.16	Gli alimenti forniscono le materie prime per la sintesi di molecole organiche	113
4.15	EVOLUZIONE L'evoluzione dei mitocondri e dei cloroplasti è avvenuta per endosimbiosi	70	5.11	Alcune reazioni chimiche liberano energia, altre la immagazzinano	90	AREA DI SINTESI E VERIFICA		
			5.12	L'ATP alimenta l'attività cellulare trasportando l'energia chimica dove è necessaria	91	114		
4 Le strutture che danno sostegno alla cellula e ne consentono il movimento			3 Come funzionano gli enzimi			UNITÀ 7		
4.16	Uno scheletro interno contribuisce all'organizzazione della struttura e dell'attività cellulare	70	5.13	Gli enzimi accelerano le reazioni chimiche abbassando le richieste energetiche	92	La fotosintesi		
4.17	Ciglia e flagelli si muovono flettendo i microtubuli	72	5.14	Ogni reazione cellulare è catalizzata da un enzima specifico	92	<i>Energia dalle piante</i>		
4.18	SALUTE I problemi di motilità spermatica possono avere cause ambientali o genetiche	73	5.15	L'attività enzimatica può essere bloccata o regolata da speciali inibitori	93	1 Una visione d'insieme della fotosintesi		
4.19	La matrice extracellulare contribuisce al sostegno meccanico, al movimento e alla regolazione dell'attività delle cellule animali	73	AREA DI SINTESI E VERIFICA			7.1	Nella biosfera gli autotrofi svolgono il ruolo di produttori	120
4.20	Nei tessuti animali esistono tre tipi di giunzioni cellulari	74	94			7.2	La fotosintesi si svolge nei cloroplasti	121
4.21	La parete cellulare delimita e sostiene le cellule vegetali	74	UNITÀ 6			7.3	Le piante producono ossigeno gassoso scindendo le molecole d'acqua	122
4.22	In sintesi: le strutture e gli organuli della cellula eucariote possono essere raggruppati in quattro categorie funzionali	75	La respirazione cellulare e la fermentazione			7.4	La fotosintesi è un processo redox, come la respirazione cellulare	122
AREA DI SINTESI E VERIFICA			76			7.5	La fotosintesi comprende due fasi collegate tra loro dall'ATP e dal NADPH	123
UNITÀ 5			La respirazione cellulare e la fermentazione			2 Le due fasi della fotosintesi		
La cellula al lavoro			<i>Che differenza c'è tra un maratoneta e un velocista?</i>			7.6	Le radiazioni della luce visibile attivano le reazioni della fase luminosa	124
<i>Accendere la luce per passare inosservati</i>			98			7.7	I fotosistemi catturano l'energia solare	125
1 Struttura e funzioni della membrana plasmatica			1 Introduzione alla respirazione cellulare			7.8	Le reazioni della fase luminosa producono ATP, NADPH e O ₂	126
5.1	La membrana plasmatica è un mosaico fluido di fosfolipidi e proteine	82	6.1	La respirazione cellulare fornisce l'energia necessaria ai processi vitali	100	7.9	La sintesi di ATP nella fase luminosa avviene mediante la chemiosmosi	127
5.2	EVOLUZIONE La formazione spontanea delle membrane rappresenta un passaggio cruciale nell'origine della vita	83	6.2	La respirazione polmonare fornisce alle cellule l'ossigeno necessario per la respirazione cellulare ed elimina il diossido di carbonio	100	7.10	Nella fase oscura l'ATP e il NADPH alimentano la sintesi degli zuccheri	128
5.3	Nel trasporto passivo le sostanze diffondono attraverso la membrana senza alcun consumo di energia	83	6.3	La respirazione cellulare immagazzina l'energia nelle molecole di ATP	101	3 La fotosintesi e l'ambiente		
5.4	La diffusione dell'acqua attraverso una membrana semipermeabile avviene per osmosi	84	6.4	SALUTE In tutte le sue attività il corpo umano utilizza l'energia immagazzinata nell'ATP	101	7.11	In sintesi: la fotosintesi costruisce molecole organiche utilizzando energia solare, CO ₂ e acqua	129
5.5	L'equilibrio idrico tra le cellule e l'ambiente circostante è fondamentale per la sopravvivenza degli organismi	84	6.5	Le cellule si procurano l'energia trasferendo gli elettroni dalle molecole organiche all'ossigeno	102	7.12	EVOLUZIONE Nelle piante C ₄ e CAM si sono evoluti speciali adattamenti che consentono di risparmiare acqua nei climi caldi e aridi	130
			2 Le tre tappe della respirazione cellulare			7.13	AMBIENTE La fotosintesi è in grado di attenuare il riscaldamento globale	131
			6.6	Le tre tappe della respirazione cellulare avvengono in parti diverse della cellula	103	AREA DI SINTESI E VERIFICA		
			6.7	La glicolisi ricava energia chimica dall'ossidazione del glucosio a piruvato	104	132		
			6.8	Il piruvato viene "preparato" chimicamente per entrare nel ciclo di Krebs	106	Verso l'Esame		
			6.9	Il ciclo di Krebs completa l'ossidazione delle molecole organiche e produce numerose molecole di NADH e FADH ₂	106	USA LE PAROLE		
			6.10	La fosforilazione ossidativa produce gran parte dell'ATP	108	ALLENATI PER LA TERZA PROVA		

B L'evoluzione e la biodiversità

UNITÀ 8

Evoluzione e classificazione dei viventi

	<i>Volare con ali diverse</i>	146
1	La Terra primordiale e l'origine della vita	
8.1	La vita è comparsa su una Terra primordiale	148
8.2	Gli esperimenti di Stanley Miller hanno dimostrato che la sintesi abiotica delle molecole organiche è possibile	149
8.3	La formazione di polimeri, membrane e molecole autoduplicanti è un passaggio fondamentale nell'origine delle prime cellule	150
8.4	Il passaggio dall'unicellularità alla pluricellularità e la colonizzazione delle terre emerse sono stati i principali eventi nella storia della vita	151
2	Darwin e la teoria dell'evoluzione	
8.5	Prima di Darwin altri pensatori avevano concepito l'idea di una natura in trasformazione	152
8.6	In un lungo viaggio per mare Darwin gettò le basi della sua teoria dell'evoluzione	154
8.7	La selezione naturale è il meccanismo evolutivo proposto da Darwin	156
8.8	Lo studio dei fossili fornisce una chiara prova dell'evoluzione	157
8.9	Molte altre prove confermano l'evoluzione	158
3	La filogenesi e l'albero della vita	
8.10	Le omologie presenti nei fossili e negli organismi attuali aiutano a ricostruire la filogenesi dei diversi gruppi	159
8.11	Il concetto di specie ha diverse definizioni	160
8.12	La sistematica classifica gli organismi sulla base della loro filogenesi	161
8.13	I caratteri condivisi permettono di costruire gli alberi filogenetici	162
8.14	La storia evolutiva di un organismo è documentata nel suo genoma	164
8.15	Gli orologi molecolari aiutano a calcolare i tempi dell'evoluzione	165
8.16	La ricostruzione dell'albero della vita è un lavoro tuttora in corso	166
AREA DI SINTESI E VERIFICA		168

UNITÀ 9

Origine ed evoluzione dei procarioti e dei protisti

	<i>I batteri che hanno trasformato il pianeta Terra</i>	172
1	I procarioti	
9.1	I procarioti sono ampiamente diffusi e diversificati	174
9.2	Archeobatteri ed eubatteri sono i due rami principali dell'evoluzione dei procarioti	174
9.3	I procarioti mostrano una grande varietà di forme	175
9.4	Specifici adattamenti rendono i procarioti organismi di successo	176
9.5	I procarioti presentano un'ampia gamma di modalità nutritive	178
9.6	Gli archeobatteri possono sopravvivere anche in ambienti estremi	179
9.7	Gli eubatteri comprendono diversi gruppi di procarioti	180
9.8	SALUTE Alcuni batteri patogeni possono provocare gravi malattie	181
9.9	I batteri possono essere usati come armi biologiche	182
9.10	AMBIENTE I procarioti trovano utili applicazioni nella depurazione e nel biorisanamento	183
2	I protisti	
9.11	I protisti sono un gruppo di eucarioti molto diversificato	184
9.12	La diversità dei protisti si deve in gran parte all'endosimbiosi secondaria	185
9.13	Un tentativo di classificazione degli eucarioti che comprende diversi cladi di protisti	186
9.14	I diplomonadi e i parabasalidi possiedono mitocondri modificati	186
9.15	Gli euglenozoi hanno flagelli con una peculiare struttura interna	187
9.16	Gli alveolati presentano vescicole all'interno della membrana plasmatica	187
9.17	Gli stramenopili hanno flagelli "pelosi" e "lisci"	188
9.18	Gli amebozoi hanno pseudopodi lobati	188
9.19	I foraminiferi e i radiolari hanno pseudopodi filamentosi	189
9.20	Le alghe rosse e le alghe verdi sono gli organismi più strettamente imparentati con le piante terrestri	190
9.21	EVOLUZIONE La pluricellularità si è evoluta più volte negli eucarioti	191
AREA DI SINTESI E VERIFICA		192

UNITÀ 10

Le piante, i funghi e la colonizzazione delle terre emerse

	<i>Le piante e i funghi: una collaborazione vantaggiosa</i>	196
1	L'evoluzione e la diversità delle piante	
10.1	Le piante si sono evolute dalle caroficee, un gruppo di alghe verdi	198
10.2	La diversificazione delle piante testimonia la loro lunga storia evolutiva	200
2	L'alternanza di generazioni e i cicli vitali delle piante	
10.3	Nei cicli vitali delle piante si alternano generazioni aploidi e diploidi	202
10.4	Nei muschi il gametofito è lo stadio dominante	202
10.5	Nelle felci e nella maggior parte delle piante lo sporofito è lo stadio dominante	203
10.6	Le foreste del Carbonifero erano dominate da piante senza semi	204
10.7	Una pianta di pino è uno sporofito che porta nei suoi coni minuscoli gametofiti	204
10.8	Il fiore è la struttura chiave nella riproduzione delle angiosperme	206
10.9	Nelle angiosperme, l'intera pianta è uno sporofito, mentre i gametofiti sono contenuti nei fiori	206
10.10	Le strutture dei frutti rivelano le strategie di dispersione dei loro semi	208
10.11	SALUTE L'importanza delle angiosperme nell'alimentazione umana	208
10.12	EVOLUZIONE L'impollinazione da parte degli animali ha influenzato l'evoluzione delle angiosperme	209
10.13	AMBIENTE La diversità delle piante è una risorsa insostituibile	210
3	I funghi	
10.14	I funghi assorbono il nutrimento dopo averlo digerito all'esterno del loro corpo	211
10.15	I funghi producono le spore con cicli sia sessuali sia asessuali	212
10.16	Alcuni funghi vivono in simbiosi mutualistica con le formiche	212
10.17	ESPLORANDO La diversità e la classificazione dei funghi	213
10.18	I diversi gruppi di funghi si distinguono per i cicli vitali e le strutture riproduttive	214
10.19	SALUTE Un terzo delle specie di funghi è parassita di piante e animali	215
10.20	I licheni sono associazioni simbiotiche fra funghi e organismi fotosintetici	216
10.21	Il ruolo ecologico e l'importanza economica dei funghi	217
AREA DI SINTESI E VERIFICA		218

UNITÀ 11

Struttura, diversità e sviluppo delle piante

Alla scoperta degli alberi giganti 222

1 La struttura e le funzioni delle piante

- 11.1 **SOCIETÀ** Gli esseri umani hanno manipolato il genoma delle piante fin dalla preistoria 224
- 11.2 **ESPLORANDO** La diversità delle angiosperme 225
- 11.3 Il corpo di una pianta è costituito da tre organi principali: radici, fusto e foglie 226
- 11.4 Molte piante presentano radici, fusto e foglie modificati 227
- 11.5 Il corpo delle piante è costituito da tre sistemi di tessuti 228
- 11.6 **ESPLORANDO** Le diverse strutture e funzioni delle cellule vegetali 230

2 L'accrescimento delle piante

- 11.7 L'accrescimento primario determina l'allungamento delle radici e dei germogli 232
- 11.8 L'accrescimento secondario fa aumentare il diametro delle piante legnose 234

3 L'assorbimento e il trasporto delle sostanze nutritive

- 11.9 Le piante assorbono sostanze nutritive dal suolo e dall'atmosfera 236
- 11.10 La membrana plasmatica delle cellule radicali controlla l'assorbimento dei soluti 237
- 11.11 La traspirazione fa risalire l'acqua all'interno dello xilema 238
- 11.12 Le cellule di guardia controllano la traspirazione 239
- 11.13 Il floema trasporta zuccheri 240

4 Le sostanze nutritive e il suolo

- 11.14 Per crescere sane le piante hanno bisogno di sostanze nutritive inorganiche 242
- 11.15 **SOCIETÀ** I fertilizzanti contribuiscono a prevenire le carenze nutritive 243
- 11.16 La fertilità del suolo è fondamentale per la crescita delle piante 244
- 11.17 **AMBIENTE** Conservare la fertilità del suolo è di vitale importanza per l'umanità 245
- 11.18 **AMBIENTE** L'agricoltura biologica segue i principi dell'agricoltura sostenibile 246
- 11.19 **SOCIETÀ** La ricerca in ambito agrario sta migliorando sia le rese sia il valore nutrizionale dei raccolti 246

5 Nutrizione e simbiosi

- 11.20 La maggior parte delle piante dipende dai batteri per l'approvvigionamento di azoto 247
- 11.21 **EVOLUZIONE** Le piante e i loro simbionti hanno evoluto relazioni mutuamente vantaggiose 248

- 11.22 Le piante epifite, parassite e carnivore presentano metodi di nutrizione alternativi 249

6 Gli ormoni vegetali

- 11.23 Alcuni esperimenti sui movimenti delle piante verso la luce hanno portato alla scoperta del primo ormone vegetale 250
- 11.24 Gli ormoni vegetali regolano l'accrescimento e lo sviluppo delle piante 252
- 11.25 Le auxine stimolano l'allungamento delle cellule nei giovani germogli 252
- 11.26 Le citochinine stimolano la divisione cellulare 254
- 11.27 Le gibberelline stimolano l'allungamento del fusto 254
- 11.28 L'acido abscissico inibisce numerosi processi vegetali 255
- 11.29 L'etilene induce la maturazione dei frutti e regola i processi di invecchiamento 256
- 11.30 **SOCIETÀ** Gli ormoni vegetali hanno un largo impiego in agricoltura 257

7 I tropismi e i ritmi biologici nelle piante

- 11.31 I tropismi orientano la crescita delle piante in base agli stimoli ambientali 258
- 11.32 Le piante possiedono orologi biologici interni 259

8 Le difese delle piante

- 11.33 **EVOLUZIONE** Le piante hanno evoluto difese specifiche contro gli erbivori e gli agenti patogeni 260

AREA DI SINTESI E VERIFICA

UNITÀ 12

L'evoluzione della diversità animale: gli invertebrati

Velenosi o impostori? 268

1 L'evoluzione e la diversità degli animali

- 12.1 Che cos'è un animale? 270
- 12.2 L'antenato degli animali era probabilmente un protista coloniale dotato di flagelli 271
- 12.3 Gli animali si distinguono per alcune caratteristiche fondamentali del loro piano strutturale 272
- 12.4 Le caratteristiche strutturali degli animali possono servire per costruire gli alberi filogenetici 273

2 La diversità degli invertebrati

- 12.5 Le spugne hanno un corpo semplice e dotato di pori 274
- 12.6 Gli cnidari sono animali a simmetria radiale, provvisti di tentacoli e cellule urticanti 275
- 12.7 I platelminti o vermi piatti sono i più semplici animali a simmetria bilaterale 276

- 12.8 I nematodi o vermi cilindrici hanno un pseudoceloma e un tubo digerente completo 277

- 12.9 Le diverse forme dei molluschi sono variazioni di uno stesso piano strutturale 278

- 12.10 Gli anellidi o vermi segmentati comprendono forme a vita libera e forme sedentarie 280

- 12.11 Gli artropodi sono animali segmentati dotati di appendici articolate e di esoscheletro 282

- 12.12 Gli insetti sono il gruppo animale di maggior successo 284

- 12.13 Gli echinodermi hanno un'epidermide spinosa, un endoscheletro e un sistema acquifero per la locomozione 286

- 12.14 Il phylum a cui apparteniamo, quello dei cordati, si distingue per quattro caratteristiche principali 287

3 Una revisione della filogenesi e della diversità animale

- 12.15 La costruzione di un albero filogenetico degli animali è un processo ancora in corso 288

- 12.16 **EVOLUZIONE** L'evoluzione della diversità animale 289

AREA DI SINTESI E VERIFICA

UNITÀ 13

L'evoluzione della diversità animale: i vertebrati

Che cosa sono, io? 294

1 L'evoluzione e la diversità dei vertebrati

- 13.1 I caratteri derivati determinano i principali cladi dei cordati 296

- 13.2 Gli agnati hanno la bocca priva di mascelle articolate 297

- 13.3 I pesci sono vertebrati provvisti di mascelle, branchie e pinne pari 298

- 13.4 **EVOLUZIONE** Nuove scoperte fossili stanno colmando le lacune nell'evoluzione dei tetrapodi 300

- 13.5 Gli anfibi sono stati i primi vertebrati a conquistare la terraferma, ma sono ancora vincolati all'ambiente acquatico 302

- 13.6 I rettili sono stati i primi vertebrati a svincolarsi dall'acqua per la riproduzione, grazie alla comparsa dell'uovo amniotico 303

- 13.7 Gli uccelli sono rettili piumati con particolari adattamenti per il volo 304

- 13.8 I mammiferi allattano i piccoli e sono provvisti di pelo 305

2 La diversità dei primati

- 13.9 La storia umana ha inizio dai primati 306

- 13.10 Gli ominoidei comprendono gli esseri umani e le scimmie antropomorfe 308

3 L'evoluzione degli ominidi

13.11	La linea evolutiva da cui discende <i>Homo sapiens</i> si è separata pochi milioni di anni fa	309
13.12	La postura eretta si è evoluta molto prima che il cervello aumentasse di volume e complessità	310
13.13	Un cervello sempre più grande e il ridotto dimorfismo sessuale segnano l'evoluzione del genere <i>Homo</i>	310
13.14	La separazione evolutiva tra gli uomini di Neandertal e i nostri antenati risale a mezzo milione di anni fa	311
13.15	Comparso originariamente in Africa, <i>Homo sapiens</i> si è diffuso in tutto il mondo	312
13.16	Il linguaggio ha avuto origine da una variazione genetica	313
13.17	Il colore della pelle, negli esseri umani, riflette l'adattamento a diverse intensità di luce solare	313

4 L'evoluzione culturale

13.18	La cultura ha consentito agli esseri umani di modificare l'ambiente in cui vivono	314
13.19	I primi esseri umani erano saprofiti, raccoglitori e cacciatori	314
13.20	L'agricoltura ha rappresentato un'innovazione fondamentale per la storia umana	315
13.21	Il progresso tecnologico ha rivoluzionato la nostra cultura e trasformato il pianeta	315

AREA DI SINTESI E VERIFICA	316
-----------------------------------	-----

Verso l'Esame >>

USA LE PAROLE	320
ALLENATI PER LA TERZA PROVA	323

APPENDICE

TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI	A2
GLI AMMINOACIDI DELLE PROTEINE	A3
LA DIVERSITÀ DEGLI INSETTI	A4
GLOSSARIO	A6
INDICE ANALITICO	A18
REFERENZE ICONOGRAFICHE	A23