

## INDICE

---

Introduzione	xvii
Capitolo 1 - Il mondo prima del cervello	1
La terraformazione della Terra	3
Tre livelli	6
Il neurone	9
Perché i funghi non hanno neuroni, ma gli animali sì	10
Le tre scoperte di Edgar Adrian e le caratteristiche universali dei neuroni	15
Svolta numero 1 - L'orientamento e primi bilateri	25
Capitolo 2 - La nascita del bene e del male	27
Navigare sterzando	30
Il primo robot	33
La valenza e l'interno del cervello di un nematode	36
Il problema dei compromessi	39
Avete fame?	41
Capitolo 3 - L'origine delle emozioni	43
Cambiare direzione al buio	45
Dopamina e serotonina	49
Quando i vermi sono stressati	53
Stress e depressione	56
Capitolo 4- Associazione, previsione e l'origine dell'apprendimento	61
Manipolare il "bene" e il "male" delle cose	63
Il problema dell'apprendimento continuo	66
Il problema dell'attribuzione del credito	69
Gli antichi meccanismi dell'apprendimento	71
Riepilogo della svolta numero uno: cambio di direzione	74
Svolta numero 2 - Il rinforzo e i primi vertebrati	77
Capitolo 5 - L'esplosione del Cambriano	79
Il modello del cervello dei vertebrati	81

I polli di Thorndike	83
Le sorprendenti abilità dei pesci	87
Capitolo 6 - L'evoluzione dell'apprendimento	
mediante differenza temporale	89
Sollevarsi magicamente per le stringhe degli stivali	91
La grande riconversione della dopamina	95
L'emergere di sollievo, delusione e sincronizzazione	101
I gangli basali	103
Capitolo 7 - I problemi del riconoscimento di forme	109
Il problema (più difficile di quel che si penserebbe)	
di riconoscere un odore	110
Come i computer riconoscono le forme	114
La corteccia	116
Dimenticanza catastrofica (ovvero il problema dell'apprendimento continuo, seconda parte)	118
Il problema dell'invarianza	121
Capitolo 8 - Perché la vita è diventata curiosa	129
Capitolo 9 - Il primo modello del mondo	133
Le mappe dei pesci	133
La bussola interna	135
La corteccia mediale (alias l'ippocampo)	136
Riepilogo della svolta numero due: rinforzo	138
Svolta numero 3 - La simulazione e i primi mammiferi	141
Capitolo 10 - Il medioevo neurale	143
Storia di due grandi estinzioni	144
Sopravvivere simulando	149
Dentro il cervello dei primi mammiferi	150
Capitolo 11 - Modelli generativi e il mistero della neocorteccia	153
L'idea folle di Mountcastle	154
Proprietà peculiari della percezione	158
Proprietà 1: completamento	158
Proprietà 2: uno alla volta (reversibilità)	159
Proprietà 3: non si può tornare a non vedere	160
Modelli generativi: riconoscere simulando	162
Allucinazioni, sogni e immaginazione: la neocorteccia come modello generativo	167
Prevedere ogni cosa	169
Capitolo 12 - Ratti nell'Imaginarium	173
Nuova abilità 1: tentativi ed errori per via vicaria	174
Nuova abilità 2: apprendimento controfattuale	177
Nuova abilità 3: memoria episodica	182
Capitolo 13 - Apprendimento per rinforzo basato su modelli	187
La corteccia prefrontale e il controllo della simulazione interna	190

Prevedere se stessi	194
Come i mammiferi operano le scelte	195
Passo 1: avvio di una simulazione	196
Passo 2: simulazione di opzioni	197
Passo 3: scelta di un'opzione	198
Obiettivi e abitudini (ovvero il dualismo interno dei mammiferi)	199
L'evoluzione del primo obiettivo	201
Come i mammiferi controllano se stessi: attenzione, memoria di lavoro e autocontrollo	203
Capitolo 14 - Il segreto dei robot lavastoviglie	207
Previsioni, non comandi	209
Una gerarchia di obiettivi: un equilibrio di simulazione e automazione	212
Riepilogo della svolta numero 3: simulazione	217
Svolta numero 4 - La mentalizzazione e i primi primati	221
Capitolo 15 - La corsa agli armamenti per l'astuzia politica	223
L'ipotesi del cervello sociale	225
La tensione evolutiva fra il collettivo e l'individuale	227
Scimmie antropomorfe machiavelliche	230
La politica dei primati	233
La corsa agli armamenti per la saggezza politica	237
Capitolo 16 - Come creare un modello delle altre menti	239
Le nuove regioni neocorticali dei primi primati	241
Un modello della propria mente	242
Modelli delle altre menti	246
Modellare la propria mente per modellare altre menti	249
Capitolo 17 - Scimmie, utensili e auto a guida autonoma	253
Scimmie e specchi	254
Trasmissibilità batte ingegnosità	259
Perché i primati usano martelli, ma i ratti no	261
Robot che imitano	263
Capitolo 18 - Perché i ratti non possono andare a fare la spesa	267
L'ipotesi di Bischof-Kohler	269
Come i primati prevedono i bisogni futuri	270
Riepilogo della svolta numero 4: mentalizzazione	273
Svolta numero 5 - Il linguaggio e i primi esseri umani	277
Capitolo 19 - La ricerca dell'unicità umana	279
Le nostre peculiari capacità di comunicazione	280
Tentativi di insegnare il linguaggio alle scimmie antropomorfe	282
Trasferire pensieri	285
La singolarità è già avvenuta	291

Capitolo 20 - Il linguaggio nel cervello	295
Risate o linguaggio?	298
Il curriculum del linguaggio	302
Capitolo 21 - La tempesta perfetta	307
Il primato del versante orientale	308
<i>Homo erectus</i> e l'ascesa degli esseri umani	310
Il problema di Wallace	314
Gli altruisti	317
L'emergere della mente alveare umana	320
La moltiplicazione degli esseri umani	325
Capitolo 22 - ChatGPT e la finestra sulla mente	329
Parole senza mondi interiori	332
Il problema delle graffette	337
Ma aspetta... e GPT-4?	339
Riepilogo della svolta numero 5: linguaggio	342
Conclusione - La sesta svolta	345
Ringraziamenti	351
Glossario	355
Bibliografia	387
L'Autore	391
Indice analitico	393