

# Índex temàtic

<i>Pròleg</i> .....	7
<b>ASTRONOMIA</b>	
<i>1. Generalitats</i> .....	13
<b>1. L'astronomia en el context d'altres ciències</b> JOSEP MARIA TRIGO I RODRÍGUEZ .....	15
1.1 Consideracions generals .....	15
1.2 Magnituds i unitats més comunes .....	16
<b>2. Aspectes històrics dels estudis astronòmics</b> PEDRO RUIZ-CASTELL .....	17
2.1 Consideracions generals .....	17
2.2 L'astronomia àrab al llevant andalusí .....	17
2.3 La transmissió de l'astronomia àrab a l'Europa medieval .....	18
2.4 L'astronomia a la cort de Pere el Cerimoniós .....	19
2.5 Els orígens de la modernitat .....	20
2.6 La revolució científica .....	21
2.7 La Il·lustració .....	23
2.8 El segle XIX i la primera meitat del XX .....	24
Professionals i aficionats .....	24
Les noves institucions astronòmiques .....	25
La importància dels eclipsis .....	26
Els primers observatoris astronòmics universitaris .....	26
Barcelona i la relativitat .....	27
Els jesuïtes i l'astronomia .....	28
El món "amateur" durant el franquisme .....	28
2.9 La segona meitat del segle XX i els nous centres per a la recerca professional .....	30
<b>2. El sistema solar</b> .....	31
<b>1. Visibilitat dels cossos del sistema solar des de la Terra</b> ENRIQUE GARCÍA MELENDO .....	33
1.1 Consideracions generals .....	33
1.2 La volta celeste .....	33
Els moviments de la Terra .....	34
1.3 Les estrelles fixes vistes des de diferents punts de la Terra .....	34
1.4 Els astres amb moviment propi .....	35
El Sol vist des de la Terra .....	35
La visibilitat de la Lluna .....	36
1.5 Els eclipsis .....	38
Els eclipsis de Sol .....	39
Els eclipsis de Lluna .....	40
Eclipsis al sistema solar .....	40
1.6 La visibilitat general dels planetes .....	41
Les condicions físiques d'observació dels planetes .....	43
Mercuri .....	43
Venus .....	44
Mart .....	44
Júpiter i Saturn, els gegants de gas .....	46
Urà i Neptú .....	47
Els satèl·lits planetaris .....	47
1.7 La visibilitat de cossos menors .....	48
Asteroides .....	48
Cometes .....	48
Cossos del cinturó de Kuiper o transneptunians .....	48
Meteoroides .....	48

<b>2. La formació i l'evolució del Sol</b> JOSEP LLUÍS BALLESTER	49
2.1 Consideracions generals	49
2.2 El Sol en el marc de la Galàxia.	49
2.3 L'origen del Sol	50
Una estrella aïllada	50
Un cúmul obert amb estrelles de massa diferent	52
2.4 El Sol en la fase de seqüència principal	53
La generació d'energia al Sol	54
El camí de l'energia des de l'interior del Sol fins a la superfície	56
2.5 L'evolució futura del Sol	57
La fase de gegant vermella i la branca horitzontal	57
La fase asimptòtica de les gegants	57
La fase de nebulosa planetària	58
La fase de nana blanca	58
<b>3. La formació dels planetes del sistema solar</b> JOSEP MARIA TRIGO I RODRÍGUEZ	59
3.1 Consideracions generals	59
3.2 Del disc protoplanetari als planetesimals	59
3.3 El sistema solar interior	60
Mercuri	60
Venus	61
La Terra	61
Mart	63
Altres cossos planetaris	64
3.4 El sistema solar exterior	64
La formació dels planetes gegants	64
La formació dels planetes rocosos	66
L'evolució de l'atmosfera de la Terra vers l'origen de la vida	67
<b>4. L'estructura interna de la Terra</b> JORDI DÍAZ CUSÍ	69
4.1 Consideracions generals	69
L'edat de la Terra	69
La formació i la composició química del planeta Terra	69
La mida, la forma i els moviments de la Terra	70
4.2 L'estudi de l'interior de la Terra	72
Els avenços dels clàssics	72
Sismologia i estructura interna de la Terra	73
4.3 El nucli terrestre	74
Les propietats del nucli extern i intern	74
L'origen del camp magnètic terrestre	75
4.4 El mantell terrestre	76
El mantell superior	76
El mantell inferior	77
Convecció i estructura tridimensional del mantell	78
4.5 L'escorça terrestre	79
L'escorça oceànica	80
L'escorça continental	81
<b>5. Els cossos menors del sistema solar: asteroides, cometes i planetoides transneptunians</b> JOSEP MARIA TRIGO I RODRÍGUEZ	82
5.1 Consideracions generals	82
5.2 El descobriment del cinturó d'asteroides	83
5.3 La cerca de cossos propers a la Terra a l'era digital	85
5.4 Característiques dels objectes propers a la Terra (NEO)	86
5.5 Plutó i el cinturó transneptunià	86
El no-planeta Plutó	86
Més enllà de Plutó: cometes	87
5.6 Els cossos transneptunians	88
La població de centaures	89
Cossos del cinturó transneptunià extern	89

5.7 Les poblacions de cometes i el núvol d'Oort . . . . .	90
Els cometes segons el seu període . . . . .	91
Una nova era en l'exploració dels cometes . . . . .	92
<b>6. Dels asteroides als meteorits</b> JORDI LLORCA . . . . .	94
6.1 Consideracions generals . . . . .	94
6.2 Els asteroides . . . . .	94
Els asteroides propers a la Terra. . . . .	95
6.3 Els meteorits . . . . .	95
La caiguda d'un meteorit . . . . .	96
Els cràters d'impacte. . . . .	98
Tipus de meteorits. . . . .	99
L'edat dels meteorits . . . . .	101
6.4 Les condrites. . . . .	102
Classificació química . . . . .	102
Classificació petrològica. . . . .	103
6.5 Les acondrites. . . . .	104
6.6 Els meteorits metàl·lics. . . . .	105
<b>7. Del medi interestel·lar a l'origen de la vida</b> DAVID BUENO . . . . .	107
7.1. Consideracions generals. . . . .	107
La complexitat de definir la vida . . . . .	107
7.2 Els orígens de la vida . . . . .	108
Breu història de la recerca . . . . .	108
Origen o orígens de la vida? . . . . .	109
7.3 L'evolució prebiòtica . . . . .	110
L'escorça i l'atmosfera de la Terra primitiva. . . . .	110
Les primeres biomolècules. . . . .	112
7.4 Els primers éssers vius . . . . .	115
La posició filogenètica de LUCA . . . . .	115
La natura del darrer ancestre comú universal . . . . .	116
Quants ancestres va tenir LUCA?. . . . .	120
On va viure LUCA? . . . . .	120
L'origen dels ecosistemes . . . . .	121
7.5 L'estudi de les possibles formes de vida en altres planetes. . . . .	122
<b>3. La Galàxia</b> . . . . .	123
<b>1. La descoberta de la Galàxia</b> DAVID GALADÍ-ENRÍQUEZ . . . . .	125
1.1 El cosmos medieval. . . . .	125
1.2 Interpretacions de la Via Làctia . . . . .	125
La Via Làctia a través dels ulls i del telescopi de Galileu . . . . .	126
1.3 De Herschel a Hubble: nebuloses i galàxies . . . . .	127
1.4 Com és la Galàxia. . . . .	130
El disc . . . . .	130
El bulb i l'halo. . . . .	131
La Galàxia vista des del seu interior . . . . .	131
1.5 Una passejada per la Via Làctia . . . . .	132
1.6 Més enllà de la Via Làctia. . . . .	134
<b>2. Estructura, components i formació de la Galàxia</b> CARMEN JORDI I EDUARD MASANA . . . . .	135
2.1 Introducció . . . . .	135
2.2 L'estructura de la Galàxia. . . . .	135
Les poblacions estel·lars . . . . .	135
L'halo. . . . .	136
El disc galàctic . . . . .	137
El bulb i el centre galàctic. . . . .	140
2.3 La Galàxia en moviment. . . . .	141
Moviment relatiu de les estrelles respecte al Sol . . . . .	141
Moviment del Sol i de l'entorn solar. . . . .	142

Rotació del disc .....	142
Rotació de la matèria i de l'estructura espiral .....	143
Moviments a l'halo .....	143
2.4 La formació de la Galàxia .....	144
<b>3. El cicle vital de les estrelles i de la Via Làctia</b> JORDI ISERN .....	145
3.1 Consideracions generals .....	145
3.2 Els primers indicis de l'evolució estel·lar .....	145
3.3 Classes d'estrelles .....	146
La llum de les estrelles .....	147
3.4 El cicle vital de les estrelles .....	148
La fusió termonuclear .....	148
Les estrelles com a reactors nuclears .....	149
Les etapes del cicle vital .....	151
3.5 La mort de les estrelles .....	152
El col·lapse del nucli de l'estrella .....	152
La mort de les estrelles petites .....	153
3.6 Origen dels elements químics .....	153
<b>4. Les primeres fases en la formació de les estrelles</b> AINA PALAU PUIGVERT, JOSEP MIQUEL GIRART MEDINA I ROBERT ESTALELLA BOADELLA .....	155
4.1 Consideracions generals .....	155
4.2 L'origen de les estrelles .....	155
El medi interestel·lar de la Galàxia .....	155
L'inici del procés de formació d'una estrella .....	157
4.3 Formació d'estrelles de baixa massa .....	157
Fase preestel·lar dels nuclis densos .....	157
Fase protoestel·lar .....	159
Fase T Tauri .....	160
4.4 Estrelles d'alta massa .....	161
La formació estel·lar d'alta massa .....	161
Diferències amb la formació estel·lar de baixa massa .....	162
<b>5. A la descoberta de planetes extrasolars</b> IGNASI RIBAS .....	164
5.1 Consideracions generals .....	164
5.2 Mètodes de detecció d'exoplanetes .....	164
La velocitat radial .....	164
El trànsit planetari .....	166
L'astrometria .....	167
Altres mètodes indirectes: el cronometratge i les microlents gravitacionals .....	167
Els mètodes directes basats en imatges .....	167
5.3 Característiques dels exoplanetes descoberts fins ara .....	168
5.4 Formació d'exoplanetes: migració .....	168
5.5 La nova era de l'exoplanetologia .....	169
Estudi de les atmosferes planetàries mitjançant trànsits .....	169
Biomarcadors atmosfèrics i teledetecció de vida .....	170
5.6 L'habitabilitat dels exoplanetes .....	171
La zona habitable .....	171
Factors que influeixen en l'habitabilitat .....	172
<b>4. L'Univers extragalàctic</b> .....	173
<b>1. Els cúmuls de galàxies</b> VICENT J. MARTÍNEZ .....	175
1.1 Consideracions generals .....	175
1.2 Una mica d'història .....	175
1.3 La classificació de les galàxies .....	175
1.4 Agrupacions de galàxies .....	176
El Grup Local .....	176
Els grups compactes .....	178
Els cúmuls de galàxies .....	178
Els supercúmuls .....	181

1.5 Distàncies galàctiques . . . . .	182
1.6 L'estructura a gran escala de l'Univers . . . . .	183
1.7 L'Univers profund . . . . .	184
1.8 L'Univers a l'ordinador . . . . .	185
<b>2. L'origen i el futur de l'Univers</b> EMILI ELIZALDE . . . . .	186
2.1 Consideracions generals . . . . .	186
2.2 L'existència d'un Univers extragalàctic . . . . .	186
2.3 D'un Univers estàtic a un Univers en expansió . . . . .	187
2.4 L'origen de l'Univers: el Big Bang . . . . .	188
La radiació còsmica de fons: la confirmació del Big Bang . . . . .	188
2.5 Després del Big Bang: l'etapa d'inflació de l'Univers . . . . .	190
2.6 Dos punts pendents en el coneixement del cosmos . . . . .	190
L'instant zero. . . . .	190
La matèria fosca . . . . .	191
2.7 El primer mapa en tres dimensions de l'Univers . . . . .	192
2.8 L'expansió de l'Univers s'accelera . . . . .	192
Es fa necessària l'energia fosca. . . . .	193
<b>3. L'Univers en expansió</b> FRANCISCO JAVIER CASTANDER SERENTILL . . . . .	195
3.1 Consideracions generals . . . . .	195
3.2 Principis bàsics de l'Univers. . . . .	195
3.3 L'estudi de les nebuloses difuses . . . . .	196
3.4 L'origen de l'Univers en expansió i el Big Bang. . . . .	198
3.5 El descobriment de la radiació còsmica de fons. . . . .	198
3.6 Caracterització de l'expansió . . . . .	200
3.7 La formació de les galàxies i la geometria de l'Univers: fluctuacions en la radiació còsmica de fons . . . . .	200
3.8 L'Univers accelerat . . . . .	201
3.9 El futur de la cosmologia observacional. . . . .	202
<b>4. L'Univers visible i invisible: detecció i producció de matèria fosca</b> JOSÉ BERNABEU . . . . .	203
4.1 Consideracions generals . . . . .	203
4.2 Les dues fronteres de la física. . . . .	203
La frontera dels nivells atòmic i subatòmic . . . . .	204
La frontera dels nivells més grans . . . . .	205
4.3 L'Univers observable i l'Univers visible . . . . .	206
L'origen dels elements en l'Univers visible. . . . .	206
4.4 L'Univers en expansió. . . . .	207
4.5 La història de l'Univers. . . . .	208
4.6 L'existència de matèria fosca: la segona revolució copernicana . . . . .	210
Observacions que confirmen l'existència de la matèria fosca . . . . .	211
4.7 La composició de la matèria fosca . . . . .	212
Candidats a constituir la matèria fosca freda. . . . .	212
Detecció i producció de matèria fosca freda . . . . .	212
4.8 Perspectiva . . . . .	214
<b>Annex.</b> . . . . .	215
<b>El cel al llarg de l'any</b> DAVID GALADÍ-ENRÍQUEZ . . . . .	217
Consideracions generals . . . . .	217
Els mapes del cel. . . . .	218
El cel de la primavera . . . . .	220
El cel de l'estiu . . . . .	221
El cel de la tardor . . . . .	223
El cel de l'hivern . . . . .	224
La precessió dels equinoccis i les taules menorquines. . . . .	225

## ADDENDA GEOLÒGICA

<b>1. La història recent dels estudis geològics als Països Catalans</b> CARMEN PUIG, XAVIER BERÁSTEGUI I ANTONI ROCA	229
1.1 Consideracions generals	229
1.2 Geologia i sostenibilitat	229
1.3 La geologia i les tecnologies de la informació i la comunicació	230
Del mapa geològic en paper als mapes en línia	230
Les infraestructures de dades espacials i els geoportals	232
1.4 Els riscos geològics i la seva prevenció	233
La prevenció dels riscos geològics als Països Catalans CARMEN PUIG, XAVIER BERÁSTEGUI I ANTONI ROCA	234
1.5 L'ús del subsòl	235
El subsòl de la ciutat	235
L'ús del subsòl profund com a magatzem: l'emmagatzematge geològic	235
L'energia i el subsòl	237
L'estudi i la visualització del subsòl: la geologia de Catalunya en 3D CARMEN PUIG, XAVIER BERÁSTEGUI I ANTONI ROCA	238
1.6 La divulgació dels valors del patrimoni geològic	239
L'Any Internacional del Planeta Terra	239
Les àrees d'interès geològic	239
Els geoparcs	240
Els Espais d'Interès Geològic	240
Els museus i altres iniciatives per a la divulgació del patrimoni geològic	240
El cas de Sant Llorenç de Morunys com a exemple de patrimoni geològic CARMEN PUIG, XAVIER BERÁSTEGUI I ANTONI ROCA	241
1.7 Els instituts geològics del segle XXI	242
1.8 L'Institut Geològic de Catalunya	243
Avaluació i prevenció de riscos geològics	244
El cas del barri de l'Estació de Sallent: un procés geològic induït per l'activitat humana CARMEN PUIG, XAVIER BERÁSTEGUI I ANTONI ROCA	245
L'enginyeria geològica, la geotècnica i la geofísica	246
Centre de Documentació i Arxiu Geològic	246
Cartografia geològica, edafològica i geotemàtica	247
Recerca i divulgació	247
El Mapa geològic de Catalunya CARMEN PUIG, XAVIER BERÁSTEGUI I ANTONI ROCA	248
L'Atlas geològic de Catalunya CARMEN PUIG, XAVIER BERÁSTEGUI I ANTONI ROCA	250
<b>2. Els canyons submarins</b> MIQUEL CANALS, DAVID AMBLÀS, GALDERIC LASTRAS, ANNA SÀNCHEZ-VIDAL, ANTONI M. CALAFAT, XAVIER RAYO, JOSÉ LUIS CASAMOR	251
2.1 Consideracions generals	251
2.2 Què és un canyó submarí	251
2.3 Els canyons submarins de la mar Catalanobalear	252
Els grans canyons submarins del marge català del nord	254
Els variats canyons submarins del marge català central	259
Els canyons submarins en serrell del marge de l'Ebre	260
Els poc coneguts canyons submarins dels marges balears	262
2.4 L'origen dels canyons submarins	263
La relació entre els canyons i els rius costaners	264
La reconstrucció de les connexions entre riu i canyó	264
2.5 La dinàmica dels canyons submarins	265
Les cascades d'aigües denses de plataforma	265
2.6 Transferència d'impactes antropogènics pels canyons submarins	267
2.7 Noves tècniques d'estudi del fons marí	268
Batimetria de multifeix	268
Cartografia de multifeix de la mar Catalanobalear MIQUEL CANALS, DAVID AMBLÀS, GALDERIC LASTRAS I XAVIER RAYO	270
Els ancoratges instrumentats	271
L'exploració del fons marí amb vehicles submarins	272
<b>3. Tectònica activa i paleosismologia</b> PERE SANTANACH	273
3.1 Falles i terratrèmols	273
Terratrèmols instrumentals i històrics	273
Paleosismologia	275

3.2 Les falles actives . . . . .	278
Les falles actives als Països Catalans . . . . .	278
<b>4. Registre geològic de fenòmens astronòmics</b> <small>ORIOLOMS</small> . . . . .	286
4.1 Consideracions generals . . . . .	286
4.2 L'estudi de les variacions: els descriptors . . . . .	286
4.3 El registre de les variacions solars . . . . .	287
Els descriptors de variacions solars usats als Pirineus . . . . .	288
4.4 El registre de variacions orbitals . . . . .	288
Els cicles orbitals de Milankovitch . . . . .	289
Les proves geològiques de la ciclicitat orbital . . . . .	289
Cicles orbitals de Milankovitch <small>ORIOLOMS</small> . . . . .	290
Ciclicitat orbital i canvis climàtics . . . . .	292
4.5 Els impactes de meteorits . . . . .	294
Les evidències dels impactes . . . . .	294
L'impacte del límit entre el Cretaci i el Paleogen (K-Pg) . . . . .	297
El límit entre el Cretaci i el Paleogen als Països Catalans . . . . .	299
<i>Bibliografia</i> . . . . .	301
<i>Índexs</i> . . . . .	309
<i>Índex terminològic</i> . . . . .	310
<i>Índex temàtic</i> . . . . .	313