

100

QÜESTIONS D'ASTRONOMIA

DE LES FASES DE LA LLUNA A L'ENERGIA FOSCA

Jordi Aloy i Domènech





• *Col·lecció De Cent en Cent* – 17 •

100 qüestions d'astronomia

De les fases de la Lluna
a l'energia fosca

Jordi Aloy

Cossetània
EDICIONS





Primera edició: març del 2013

© Jordi Aloy

© de l'edició:
9 Grup Editorial
Cossetània Edicions
C/ de la Violeta, 6 • 43800 Valls
Tel. 977 60 25 91
Fax 977 61 43 57
cossetania@cossetania.com
www.cossetania.com

Disseny i composició: Imatge-9, SL

Impressió: Romanyà-Valls, SA

ISBN: 978-84-9034-102-5

DL T 19-2013





ÍNDEX

Agraïments 9

Astronomia quotidiana: preguntes que ens podem fer tot observant el nostre entorn 11

- 1. Per què la Lluna sembla més gran quan surt o es pon? 13
- 2. Per què la Lluna sempre mostra la mateixa cara a la Terra? 15
- 3. Existeix la "cara fosca" de la Lluna? 18
- 4. Es pot veure la cara oculta de la Lluna des d'algun lloc de la Terra? 21
- 5. És cert que la Lluna "diu mentides"? Una història de fases 23
- 6. Heu vist mai la llum cendrosa? 25
- 7. En què consisteix un eclipsi de Lluna? 27
- 8. Per què la Lluna es torna vermella durant la fase de totalitat en un eclipsi total de Lluna? 29
- 9. Podem veure astres situats per sota del nostre horitzó? 31
- 10. Com podem comprovar que la Terra és rodona? 33
- 11. En què consisteix un eclipsi de Sol? 35
- 12. Què tenen d'extraordinari els eclipsis totals de Sol? 37
- 13. Podem veure altres tipus d'eclipsis des de la Terra? 39
- 14. Com podem mesurar la grandària de la Terra amb un simple pal? 41
- 15. Quins són els moviments fonamentals de la nostra Terra? 43
- 16. Per què hi ha anys de traspàs? 45
- 17. D'on provenen els nostres anys, mesos, setmanes i dies? 47
- 18. Si la Lluna triga uns 27 dies a fer una volta a la Terra, com és que les fases triguen 29 dies i mig a repetir-se? 49
- 19. Els dies han tingut sempre 24 hores? 51
- 20. Què és el rellotge geològic? 53
- 21. Per què a l'hivern fa fred i a l'estiu fa calor? 55
- 22. És cert que el Sol surt per l'est i es pon per l'oest? 57
- 23. Si algú em diu que soc un heterosci, m'està insultant? 59
- 24. Si no tinc brúixola, com puc orientar-me de dia? 61
- 25. Heu vist mai el raig verd? 63





Jordi Aloy

Una ullada al cel nocturn	65
26. Què és l'esfera celeste?	67
27. "Pams astronòmics", o com mesurar angles al cel.....	69
28. Què són les estrelles?.....	71
29. Què és un any llum?	73
30. Què són les constel·lacions?.....	75
31. Què és un asterisme?	77
32. Què són les constel·lacions circumpolars?	79
33. Puc posar el meu nom a una estrella?	81
34. Per què les estrelles titil·len i els planetes no?	83
35. Tenen colors les estrelles?.....	85
36. Per què no hi ha estrelles verdes?	87
37. Quina és l'estrella més brillant del cel?.....	89
38. La Polar indicarà sempre el pol nord celeste?	91
39. Com s'ho fan els habitants de l'hemisferi sud per trobar el seu pol?	93
40. Què és l'eclíptica?.....	95
41. En què quedem? Hi ha 12 o 13 signes del zodíac?.....	97
42. El meu signe és Escorpió. Què significa això?	99
43. Com podem distingir a ull nu un planeta d'una estrella?.....	101
44. Heu observat mai Mercuri?	103
45. És cert que aquest agost Mart es veurà tan gran com la Lluna plena?	105
46. Per què els cometes són imprevisibles?	107
47. A quina hora passa el cometa?.....	109
48. Què són les llàgrimes de Sant Llorenç?.....	111
49. L'espina de la nit	113
50. Quants anys còsmics té el Sol?.....	115
La pluralitat dels mons. Curiositats del sistema solar	117
51. Què són les taques solars?	119
52. Existeix el planeta Vulcà?	121
53. Hi ha un planeta en el qual un dia sigui més llarg que un any?.....	123
54. La Terra és l'únic astre conegut que té oceans?	125
55. Teia va engendrar la nostra Lluna?.....	127
56. Produeixen eclipsis de Sol els satèl·lits de Mart?.....	129
57. Les Neus de l'Olimp	131
58. Hi ha aigua a Mart?	133
59. Hi ha vida a Mart?.....	135
60. Es pot creuar el cinturó d'asteroides sense perill?.....	137
61. És cert que el cinturó d'asteroides prové d'un planeta que va esclatar?	139
62. L'espasa d'Apofis	141
63. La "tempesta perfecta"	143
64. De què estan fets els anells de Saturn?	145
65. Podríem fer surf a Tità?.....	147



66. El gegant tombat	149
67. Per què Plutó ja no es considera un planeta?	151
68. Cauen pedres del cel?	153
69. Com podem saber si un meteorit ve de Mart o de la Lluna?	155
70. És cert que s'han descobert fòssils marcians en el meteorit ALH 84001?	157
71. És cert que els dinosaures es van extingir com a conseqüència d'un impacte?	159
72. Existeix Nibiru?	161
73. El Sol té una companya?	163
74. Què són els exoplanetes?	165
Fins a l'infinit i més enllà!	167
75. Què és la radioesfera?	169
76. Les estrelles neixen, viuen i moren?	171
77. Poden tenir taques les estrelles blaves?	173
78. De què estan fetes les estrelles?	175
79. Què és un cos negre?	177
80. Oh, be a fine girl/guy, kiss me!	179
81. Què és el diagrama de Hertzsprung-Russell?	181
82. Gegants, nanes... Com ho podem saber?	183
83. Com podem determinar la distància a les estrelles?	185
84. Com serà la fi del món?	187
85. I com serà la fi del Sol?	189
86. Coneixeu el misteri de Sírius B?	191
87. Què és una estrella de neutrons?	193
88. Què és un forat negre?	195
89. Quantes galàxies hi ha a l'Univers?	197
90. Què és el Gran Atractor?	199
Grans preguntes a la recerca de grans respostes	201
91. L'Univers és finit o infinit?	203
92. En què consisteix la paradoxa d'Olbers?	205
93. El Big Bang a la nostra habitació	207
94. Què és la inflació?	209
95. Què és la matèria fosca?	211
96. ... I l'energia fosca?	213
97. Existeixen els universos paral·lels?	215
98. Què són els forats de cuc?	217
99. Què hi havia abans del Big Bang?	219
100. Estem sols a l'Univers?	221



ASTRONOMIA QUOTIDIANA: PREGUNTES
QUE ENS PODEM FER TOT OBSERVANT
EL NOSTRE ENTORN



01 / 100

PER QUÈ LA LLUNA SEMBLA MÉS GRAN
QUAN SURT O ES PON?

Us heu fixat mai que la Lluna sembla molt més gran quan està baixa sobre l'horitzó que no pas quan la veiem alta en el cel? Tot i que el fenomen es produeix sempre (i no tan sols amb la Lluna, sinó també amb el Sol i amb les constel·lacions), resulta particularment evident quan la Lluna es troba en la seva fase plena. Per què pot ser causat?

Una cosa és segura: al llarg d'una mateixa nit, la distància de la Terra a la Lluna no varia gaire. Per tant, la causa d'aquest fenomen no pot tenir relació amb una qüestió de distàncies. Hi ha d'haver una altra raó!

La primera hipòtesi que se'ns pot acudir és que la culpable sigui l'atmosfera terrestre. Com tots sabem, l'atmosfera de la Terra es comporta com si fos una enorme lent d'aire. I, a més, no és una lent homogènia. Diferents capes d'aire amb diferents densitats actuen com si fossin lents diferents. Quan la Lluna està baixa sobre l'horitzó, els raigs de llum que arriben als nostres ulls travessen una capa d'aire molt més espessa que no pas quan la Lluna està alta en el cel. I, per acabar-ho d'arreglar, a prop de l'horitzó, diferents capes d'aire refracten la llum provinent de diferents parts d'un objecte ample, com ara la Lluna, de maneres diferents. Per tant, els efectes de distorsió són força acusats. Tenim, doncs, una bona hipòtesi per donar resposta a la nostra pregunta: veiem la Lluna més gran perquè l'atmosfera distorsiona la seva aparença i l'amplia, com faria una lent.

Però, en ciència, cal comprovar si una hipòtesi és certa o no sotmetent-la a proves experimentals. Fem-ho, doncs! Esperem un dia que la Lluna sigui plena, més que res per facilitar el nostre experiment. Agafem un regle normal i corrent i, a la posta del Sol (la Lluna plena surt quan el Sol es pon), quan la Lluna s'elevi per l'est i la veiem ben grossa, cloguem un ull, allarguem el braç tot el que puguem i mesurem-ne el diàmetre amb el regle. Suposem que mesurem 1,5 cm. Deixem passar unes quantes hores i tornem a repetir l'experiència quan la Lluna



Jordi Aloy

estigui alta sobre l'horitzó (per tant, quan la veiem força més petita). Allargant el braç tot el possible, mesurem novament el diàmetre de la Lluna. Sorprenentment, obtindrem el mateix resultat: 1,5 cm! Encara que sembli impossible, la Lluna té la mateixa grandària quan està baixa sobre l'horitzó que quan està alta al cel!

Amb aquest senzill experiment, acabem de demostrar que la nostra hipòtesi dels efectes atmosfèrics no és correcta, ja que el fenomen és **aparent**: la Lluna realment no varia de grandària. Així doncs, la causa d'aquest fenomen tan xocant l'hem de buscar en nosaltres mateixos, en la nostra percepció, és a dir, en la manera amb la qual el nostre cervell interpreta la informació que li arriba a través dels sentits. La combinació sentits-cervell és molt eficient, però no és ni de bon tros perfecta, com saben de sobres els il·lusionistes i els mags.

La resposta a la nostra pregunta sembla que va per aquí: inconscientment, el nostre cervell té tendència a mesurar la grandària de les coses comparant-les amb altres objectes de dimensions conegudes que pugui haver-hi pels voltants, més o menys a la mateixa distància. Quan la Lluna està baixa sobre l'horitzó, el nostre cervell la compara amb objectes que poden aparèixer en el mateix camp de visió: un arbre, una casa, una muntanya, les onades del mar, les dunes d'un desert... Tot i que la Lluna en realitat està molt més lluny, nosaltres no tenim manera d'avaluar visualment a quina distància es troba, i interpretem que està tan lluny com els objectes que, per perspectiva, semblen a prop seu. Això fa que, per comparació, ens sembli molt més gran del que és en realitat. En canvi, quan la Lluna està alta al cel, no tenim punts de referència a prop seu, és a dir, objectes amb els quals puguem comparar-la. I llavors no tenim més opció que veure-la tan gran com apareix realment a les nostres retines.

Aquest fenomen que acabem de discutir s'anomena *il·lusió lunar*. Tot i que el mecanisme pel qual es produeix és, a grans trets, el que acabem d'explicar, penseu que els neurocientífics encara no coneixen del cert tots els mecanismes perceptius que s'amaguen rere aquesta sorprenent il·lusió visual.

Conclusió: cal anar molt amb compte, ja que els sentits ens enganyen! I, en astronomia, aquesta dualitat entre l'aparença i la realitat ens perseguirà constantment. Només cal recordar que, fins ben entrat el segle XVI, els humans no vam ser conscients que, malgrat el que ens mostren els sentits, la Terra no és plana!



02 / 100

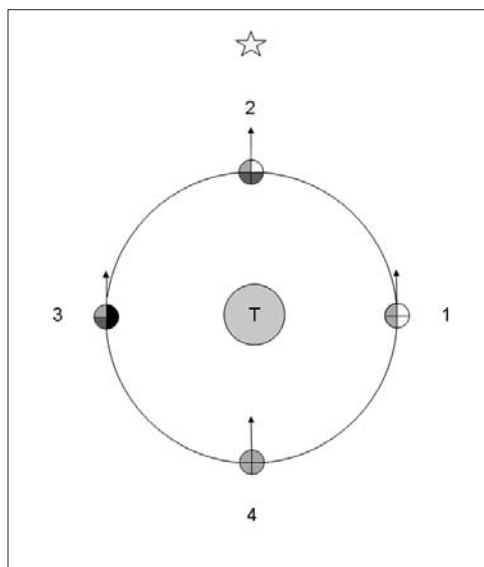
PER QUÈ LA LLUNA SEMPRE MOSTRA LA MATEIXA CARA A LA TERRA?

Al llarg dels anys que he estat al Planetari de CosmoCaixa Barcelona, aquesta ha estat una de les preguntes que m'han formulat amb més freqüència, tant grans com petits. Es tracta certament d'una pregunta molt interessant i, tot i que té una resposta senzilla, la veritat és que costa comprendre-la al cent per cent. Intentarem contestar la pregunta d'una manera visual i intuïtiva, ajudant-nos amb un parell de gràfics.

El primer que hem de tenir present és que la Lluna presenta dos moviments propis bàsics: un de **revolució** al voltant de la Terra (la Lluna triga aproximadament 27 dies i 8 hores a fer una volta completa al voltant del nostre planeta) i un de **rotació** al voltant del seu propi eix de gir. Doncs bé, resulta que la Lluna mostra sempre la mateixa cara a la Terra perquè triga exactament el mateix temps a girar sobre si mateixa que a fer una volta sencera al voltant de la Terra, de manera que ambdós moviments es compensen exactament.

En aquest moment és quan sorgeix la paradoxa: com pot ser que la Lluna giri sobre si mateixa i en canvi només li vegem una cara, la cara visible? Com que una imatge val més que mil paraules, per interpretar aquest fet utilitzarem un gràfic, i farem servir un argument invers: suposem que la Lluna no gira sobre si mateixa. I a veure què passa...

En el primer gràfic, hi tenim representades la Terra, la Lluna i l'òrbita de la Lluna al voltant de la Terra. També hi representem una estrella de fons, que podem considerar que està situada a l'infinít. Fixem-nos que a la Lluna hi hem inclòs una fletxa solidària amb la seva superfície i que assenyala cap a l'estrella. El fet que aquesta fletxa apunti sempre cap a l'estrella mentre la Lluna gira al voltant de la Terra posa de manifest que la Lluna no gira sobre si mateixa, ja que, si ho fes, la fletxa canviaria de direcció amb el temps.



Comencem les nostres observacions quan la Lluna ocupa la posició 1. Nosaltres, des de la Terra, mirem cap a la Lluna i observem la cara de la Lluna que hem ombrejat de gris clar. La cara de la Lluna que resta blanca correspon a terreny que no podem veure des de casa nostra. La Lluna gira al voltant de la Terra i, passada aproximadament una setmana, ocupa la posició 2. Ara, des de la Terra veurem la cara de la Lluna ombrejada de gris fosc. Fixem-nos que, en una setmana, hauríem vist ja les 3/4 parts de la superfície de la Lluna, totes les zones grises! Passa una altra setmana, i la Lluna passa a ocupar la posició 3. Ara, des de la Terra veiem la cara ombrejada de negre. En aquests moments, hauríem pogut observar ja la totalitat de la superfície lunar! Una setmana més tard la Lluna passaria per la posició 4, i completaria la seva òrbita al voltant de la Terra quan tornés a la posició 1, passat gairebé un mes. Com veiem, en aquest període de temps hauríem vist tota la Lluna, i amb escriu...

Acabem de demostrar que veiem només una cara de la Lluna precisament perquè gira sobre si mateixa!

Comprovem-ho amb un nou gràfic, en el qual la Lluna sí que gira.