

1

00:00:05,240 --> 00:00:08,840

"Els telescopis, aquests meravellosos instruments,
obren el camí

2

00:00:08,920 --> 00:00:13,200

a una comprensió més profunda i més perfecta de la naturalesa

3

00:00:13,280 --> 00:00:17,240

en portar la nostra vista molt més enllà del reialme de la imaginació". René Descartes,
1637.

4

00:00:17,760 --> 00:00:22,560

Durant mil·lennis la bellesa del cel nocturn ha captivat la humanitat

5

00:00:22,640 --> 00:00:28,320

sense que ens adonéssim que les estrelles de la nostra galàxia, la Via Làctia, són uns
altres sols,

6

00:00:28,400 --> 00:00:33,400

o veure els altres mils de milions - miliards - de galàxies veïnes
que formen la resta de l'Univers,

7

00:00:35,440 --> 00:00:38,800

o que només som
un puntet en els 13.700 milions d'anys

8

00:00:38,880 --> 00:00:42,520

d'història de l'Univers.

9

00:00:42,600 --> 00:00:46,080

L'observació a ull nu
ens feia del tot impossible

10

00:00:46,160 --> 00:00:50,120

trobar sistemes solars al voltant
d'unes altres estrelles, o esbrinar

11

00:00:50,200 --> 00:00:55,000

si potser n'hi ha vida
a uns altres llocs de l'Univers.

12

00:00:58,080 --> 00:01:00,320

Avui som al bon camí
per resoldre molts dels

13

00:01:00,400 --> 00:01:03,560

misteris de l'Univers. Vivim
la que podria ser la més important

14

00:01:03,640 --> 00:01:05,960
era de les descobertes astronòmiques.

15
00:01:05,960 --> 00:01:08,960
Sóc el Dr. J. I us faré de guia
per la història del telescopi -

16
00:01:09,040 --> 00:01:11,880
l'eina meravellosa
que ha estat la finestra de la humanitat

17
00:01:11,960 --> 00:01:15,520
a l'Univers.

18
00:01:17,960 --> 00:01:21,880
ULLS ENVERS EL CEL
400 anys de descobertes telescòpiques.

19
00:01:22,200 --> 00:01:26,960
1. Noves vistes del cel

20
00:01:28,960 --> 00:01:32,120
Fa quatre segles, en 1609,
un home passejava

21
00:01:32,240 --> 00:01:34,640
pels camps de vora casa seva.

22
00:01:34,720 --> 00:01:39,000
S'havia fet un telescopi amb què apuntaria
a la Lluna, als planetes i les estrelles.

23
00:01:39,080 --> 00:01:42,600
Era Galileu Galilei.

24
00:01:44,040 --> 00:01:47,280
l'Astronomia
mai més no seria el que havia estat fins aleshores.

25
00:02:07,440 --> 00:02:12,400
Avui, 400 anys des que Galileu
adrecés un telescopi a la volta del cel

26
00:02:12,640 --> 00:02:18,280
els astrònoms utilitzen miralls gegants en cims
remots per explorar el firmament

27
00:02:18,360 --> 00:02:23,520
Els radiotelescopis recullen senyals i
remors febles provinents de l'espai exterior.

28

00:02:23,600 --> 00:02:27,680

i els científics, fins i tot han situat
a l'espai telescopis en òrbita

29

00:02:27,760 --> 00:02:31,960

més enllà dels molestos
efectes de la nostre atmosfera.

30

00:02:33,440 --> 00:02:38,680

I ens ha deixat sense alè el que hi hem vist!

31

00:02:42,960 --> 00:02:46,640

Tanmateix, Galileu, de fet, no fou
l'inventor del telescopi.

32

00:02:46,720 --> 00:02:49,760

Aqueix mèrit és de Hans Lipperhey,
un vitraller

33

00:02:49,840 --> 00:02:53,400

alemany-holandès del que sabem poca cosa.

34

00:02:53,520 --> 00:02:57,880

Hans Lipperhey mai no va utilitzar
aquest telescopi per observar els estels.

35

00:02:57,960 --> 00:03:00,840

En comptes d'això, pensava que el seu
invent aprofitaria

36

00:03:00,920 --> 00:03:03,640

pels faroners i els militars.

37

00:03:03,800 --> 00:03:07,240

Lipperhey venia de Middelburg,
aleshores una gran ciutat comercial

38

00:03:07,320 --> 00:03:10,440

de la jove República d'Holanda.

39

00:03:13,960 --> 00:03:18,040

En 1608 Lipperhey va descobrir que
si mirava un objecte llunyà

40

00:03:18,120 --> 00:03:24,000

mitjançant una lent convexa i una còncava,
si aquestes es col·locaven

41

00:03:24,080 --> 00:03:29,640
a la distància correcta, l'una de l'altra,
l'objecte s'engrandia.

42
00:03:29,720 --> 00:03:33,800
Va estar el naixement del telescopi!

43
00:03:33,880 --> 00:03:37,520
Al setembre de 1608, Lipperhey
va mostrar el seu nou invent al

44
00:03:37,600 --> 00:03:39,880
príncep Maurici I de Nassau-Orange.

45
00:03:39,960 --> 00:03:42,840
No hi hagués pogut escollir millor
ni més avantatjós moment, atès que

46
00:03:42,920 --> 00:03:45,880
aleshores els Països Baixos
lluitaven contra Espanya

47
00:03:45,960 --> 00:03:49,320
en la Guerra dels 80 Anys.

48
00:03:55,320 --> 00:03:59,080
La lent espia engrandia els
objectes i tot d'una revelava

49
00:03:59,160 --> 00:04:02,280
vaixells enemics i tropes
massa allunyats

50
00:04:02,360 --> 00:04:04,360
per l'ull sol.

51
00:04:04,440 --> 00:04:07,440
De totes, totes, un enginy molt útil!

52
00:04:07,560 --> 00:04:12,000
Però, el govern holandès no mai va atorgar
Lipperhey una patent per al seu telescopi.

53
00:04:12,080 --> 00:04:15,400
Perquè uns altres mercaders
també se n'adjudicaven l'invent

54
00:04:15,520 --> 00:04:19,200
especialment el competidor de Lipperhey
Sacharias Janssen.

55

00:04:19,280 --> 00:04:21,520

Aquesta disputa no s'hi va resoldre mai.

56

00:04:21,600 --> 00:04:27,920

I des de llavors, el veritable origen del
telescopi encara és un misteri.

57

00:04:28,920 --> 00:04:32,720

Galileu Galilei, l'astrònom italià
pare de la Física moderna

58

00:04:32,800 --> 00:04:37,640

va sentir parlar del telescopi
i va decidir construir-se'n un.

59

00:04:38,320 --> 00:04:42,360

"Fa uns 10 mesos, em va arribar el rumor
que un

60

00:04:42,440 --> 00:04:48,200

flamenc havia construït una ullera espia
que fa visibles coses

61

00:04:48,280 --> 00:04:52,960

molt llunyanes a l'ull de l'observador
que les veu

62

00:04:53,040 --> 00:04:56,120

com si les tingués al costat."

63

00:04:56,520 --> 00:04:59,440

Galileu fou el científic
més gran del seu temps.

64

00:04:59,560 --> 00:05:02,600

A més, també era un gran defensor
de la nova cosmovisió proposada

65

00:05:02,680 --> 00:05:06,160

per l'astrònom polonès Nicolau
Copèrnic, que mantenia

66

00:05:06,240 --> 00:05:10,440

que la Terra girava al voltant del Sol,
en comptes de fer-ho a l'inrevés.

67

00:05:11,560 --> 00:05:14,240

Sobre la base del que havia sentit a dir
del telescopi holandès, Galileu

68

00:05:14,320 --> 00:05:16,600

va construir els seus propis
instruments.

69

00:05:16,680 --> 00:05:19,160

Que van estar de molt millor qualitat.

70

00:05:20,560 --> 00:05:25,320

"Al final, sense estalviar-me treballs
ni despeses, la vaig encertar,

71

00:05:25,400 --> 00:05:29,680

construint-me tan
bon aparell que

72

00:05:29,760 --> 00:05:33,920

els objectes que hi veia
semblaven mil vegades

73

00:05:33,960 --> 00:05:38,840

més grans
que com s'hi podien veure amb els ulls."

74

00:05:39,720 --> 00:05:43,640

Havia arribat l'hora
d'adreçar el telescopi al cel.

75

00:05:45,920 --> 00:05:49,680

"Jo pensava
i estava convençut que la superfície

76

00:05:49,800 --> 00:05:53,520

de la Lluna no era tan suau,
uniforme i perfectament esfèrica

77

00:05:53,760 --> 00:05:57,440

com molts
filòsof s'ho pensaven;

78

00:05:57,560 --> 00:06:01,720

sinó, més aviat, irregular, i amb tot
de cavitats i prominències,

79

00:06:01,800 --> 00:06:06,240

no molt diferent
de com ho és la Terra.

80

00:06:11,640 --> 00:06:15,320

Un paisatge fet de cràters,

muntanyes i valls".

81

00:06:15,400 --> 00:06:18,320

Un món com el nostre!

82

00:06:19,600 --> 00:06:24,040

Algunes setmanes després, al gener de 1610, Galileu va observar Júpiter.

83

00:06:24,120 --> 00:06:28,600

Prop del planeta hi va poder veure quatre punts lluminosos que canviaven

84

00:06:28,720 --> 00:06:32,960

la seva posició al cel, nit rere nit, al voltant de Júpiter.

85

00:06:33,040 --> 00:06:37,920

Semblava un dolç ballet còsmic dels satèl·lits en l'òrbita d'aquest planeta.

86

00:06:37,960 --> 00:06:40,760

Aquelles quatre llumetes serien conegudes com

87

00:06:40,840 --> 00:06:43,600

les llunes galileianes de Júpiter.

88

00:06:43,720 --> 00:06:46,240

¿Galileu va descobrir alguna cosa més?

89

00:06:46,320 --> 00:06:48,400

Les fases de Venus!

90

00:06:48,560 --> 00:06:51,920

Com ho fa la Lluna, Venus creixia i minvava de lluna vella

91

00:06:51,960 --> 00:06:54,200

a lluna nova i recomençava.

92

00:06:54,280 --> 00:06:58,600

També va veure apèndixs estranys a cada costat de Saturn.

93

00:06:58,720 --> 00:07:01,160

Taques fosques sobre la superfície del Sol.

94

00:07:01,280 --> 00:07:03,440

I, per descomptat, estrelles.

95

00:07:03,560 --> 00:07:06,400

Milers d'estrelles,
potser, fins i tot, milions.

96

00:07:06,520 --> 00:07:09,320

Estrelles massa tènues
per albirar-les només amb els ulls.

97

00:07:09,440 --> 00:07:13,920

Va ser com si, de sobte, la humanitat
s'hagués tret la bena de la ceguesa.

98

00:07:13,960 --> 00:07:18,000

Allà enfora hi havia tot un univers
per descobrir-lo.

99

00:07:23,440 --> 00:07:27,760

Com un reguer de pólvora, la descoberta del telescopi
s'escampà per tot Europa.

100

00:07:27,880 --> 00:07:32,080

Johannes Kepler, a Praga, a la cort de l'emperador Rodolf II,

101

00:07:32,200 --> 00:07:34,800

millorava el disseny
del telescopi.

102

00:07:34,880 --> 00:07:38,840

El cartògraf holandès Michael van Langren,
a Anvers, va dibuixar

103

00:07:38,960 --> 00:07:41,920

els primers mapes versemblants de la Lluna
que mostraven el que ell creia que eren

104

00:07:41,960 --> 00:07:44,400

continents i oceans.

105

00:07:44,560 --> 00:07:49,680

I Johannes Hevelius, un ric
cerveser polonès, va construir telescopis

106

00:07:49,760 --> 00:07:53,200

enormes al seu
observatori de Danzig.

107

00:07:53,280 --> 00:07:57,880

Aquell observatori era tan gran

com tres teulades!

108

00:07:59,200 --> 00:08:02,240

Però, els millors telescopis de
l'època foren, tal vegada, els construïts

109

00:08:02,320 --> 00:08:05,360

per Christiaan Huygens
als Països Baixos.

110

00:08:05,440 --> 00:08:11,080

En 1655, Huygens
descobrí Tità,
el satèl·lit més gran de Saturn.

111

00:08:11,160 --> 00:08:15,160

Anys després, les seves observacions
van revelar els anells de Saturn,

112

00:08:15,240 --> 00:08:20,320

quelcom que Galileu
mai arribà a escatir.

113

00:08:20,400 --> 00:08:24,640

Finalment, Huygens
també va descobrir les taques fosques i els brillants

114

00:08:24,720 --> 00:08:27,360

casquets polar de Mart.

115

00:08:27,440 --> 00:08:31,080

Podria haver-hi vida
en aquests remots i estranys mons?

116

00:08:31,160 --> 00:08:35,240

Els astrònoms d'avui
encara treballen sobre aquesta qüestió.

117

00:08:35,920 --> 00:08:39,520

Tots els primers telescopis
eren refractors, utilitzaven

118

00:08:39,600 --> 00:08:42,680

lents que captaven i mostraven
alhora la llum de les estrelles.

119

00:08:42,760 --> 00:08:45,440

Aviat, els miralls
van reemplaçar les lents.

120

00:08:45,560 --> 00:08:49,080
Niccolò Zucchi va estar el primer que va construir
aquest telescopi reflector

121
00:08:49,160 --> 00:08:52,000
Isaac Newton
el va afinar encara més.

122
00:08:52,080 --> 00:08:55,760
A finals del segle XVII,
els miralls més grans del món

123
00:08:55,840 --> 00:08:59,600
els construïa William Herschel,
un organista posat a astrònom

124
00:08:59,680 --> 00:09:02,520
que treballava amb la seva germana
Caroline.

125
00:09:02,600 --> 00:09:06,200
Els Herschel, a casa seva, a Bath, Anglaterra,
emmotllaven

126
00:09:06,280 --> 00:09:09,880
metall fos
i quan es refredava

127
00:09:09,960 --> 00:09:15,440
eren capaços de polir-ne la superfície
tan bé que podia reflectir la llum estel·lar.

128
00:09:15,560 --> 00:09:20,320
Al llarg de la seva vida,
Herschel construï més de 400 telescopis.

129
00:09:24,520 --> 00:09:28,360
El més gran era de tals característiques que li calien quatre servents per

130
00:09:28,440 --> 00:09:31,600
menar les cordes,
rodes i politges necessàries

131
00:09:31,680 --> 00:09:36,000
per seguir el desplaçament
de les estrelles al firmament,

132
00:09:36,080 --> 00:09:39,440
, moviment, evidentment
degut a la rotació de la Terra.

133

00:09:39,560 --> 00:09:43,080

Herschel va ser un explorador i cartògraf que escorcollava el cel

134

00:09:43,160 --> 00:09:46,720

i catalogava centenars de noves
nebuloses i estrelles binàries visuals.

135

00:09:46,800 --> 00:09:50,280

Ell també va descobrir que
la Via Làctia deu ser com un disc pla.

136

00:09:50,360 --> 00:09:54,120

I fins i tot va mesurar el moviment del
Sistema Solar en aquest disc

137

00:09:54,200 --> 00:09:58,840

mitjançant els moviments relatius
de les estrelles i els planetes.

138

00:09:58,920 --> 00:10:06,360

I encara més, el 13 de març de 1781,
va descobrir un planeta nou: Urà.

139

00:10:06,440 --> 00:10:10,680

Tot això s'esdevenia 200 anys abans que la
sonda espacial Voyager 2 de la NASA

140

00:10:10,760 --> 00:10:15,880

oferís la seva
visió més acostada d'aquell astre.

141

00:10:16,800 --> 00:10:21,240

Al centre d'Irlanda, al camp fèrtil i esponerós,
William Parsons,

142

00:10:21,320 --> 00:10:26,560

tercer comte de Rosse, va fer el telescopi més gran del segle XIX.

143

00:10:26,640 --> 00:10:30,560

Amb un enorme mirall metàl·lic d'1,8 metres de diàmetre,
aquest telescopi gegant

144

00:10:30,640 --> 00:10:35,240

fou batejat com
"El Leviatan de Parsonstown".

145

00:10:35,320 --> 00:10:39,320

En les nits clares, pocs freqüents allà , o sense lluna,
el comte seia a l'ocular

146

00:10:39,440 --> 00:10:44,400

i navegava en un viatge
a través de l'Univers.

147

00:10:45,280 --> 00:10:50,160

Arribava a la nebulosa d'Orió -que ara sabem
que és un bressol d'estrelles.

148

00:10:50,280 --> 00:10:55,920

O a la misteriosa nebulosa del Cranc,
el romanent d'una supernova.

149

00:10:55,960 --> 00:10:57,920

I la galàxia del Remolí

150

00:10:57,960 --> 00:11:02,560

Lord Rosse va estar el primer que es va adonar
de la seva majestuosa espiral.

151

00:11:02,640 --> 00:11:08,400

Una galàxia com la nostra, amb
núvols capriciosos de pols fosca i de gas brillant

152

00:11:08,520 --> 00:11:12,400

miliards d'estrelles soles,
i qui ho sap?

153

00:11:12,520 --> 00:11:16,560

Potser fins i tot planetes com la Terra.

154

00:11:18,920 --> 00:11:24,920

El telescopi ha esdevingut el nostre
vaixell d'exploració de l'Univers!

155

00:11:29,720 --> 00:11:34,080

2. Com més gran, millor

156

00:11:36,080 --> 00:11:38,480

A la nit, els teus ulls s'adapten a la foscor.

157

00:11:38,560 --> 00:11:42,640

Les pupil·les s'engrandeixen
perquè t'entri més llum als ulls.

158

00:11:42,720 --> 00:11:47,880

Així, hi pots veure
objectes enfosquits i estrelles tènues.

159

00:11:47,960 --> 00:11:51,720

Ara, imagina que les teves pupil·les
tinguessin un metre de diàmetre.

160

00:11:51,800 --> 00:11:55,960

Potser semblaries molt estrany,
però tindries una visió molt poc corrent!

161

00:11:56,000 --> 00:11:59,400

El telescopi fa això per tu.

162

00:12:01,880 --> 00:12:04,640

Un telescopi és com un embut.

163

00:12:04,720 --> 00:12:10,240

Els miralls o les lents principals recullen la llum de les estrelles
i la duen als teus ulls.

164

00:12:13,080 --> 00:12:17,800

Com més grans són les lents o els miralls del telescopi,
et permeten veure objectes més i més tènues.

165

00:12:17,880 --> 00:12:20,720

Les dimensions, en aquest cas, ho són tot.

166

00:12:20,800 --> 00:12:23,400

I un telescopi, com de gran pot arribar a ser?

167

00:12:23,480 --> 00:12:26,400

Doncs, a hores d'ara, no massa gran si es tracta d'un refractor.

168

00:12:29,480 --> 00:12:32,720

La llum de les estrelles ha de passar per la lent principal.

169

00:12:32,800 --> 00:12:36,080

Només podries subjectar-lo per les vores.

170

00:12:36,160 --> 00:12:41,880

Si fessis les lents massa grans, esdevindria massa pesant,
llavors es deformaria pel seu propi pes.

171

00:12:41,960 --> 00:12:45,640

Veuriem una imatge distorsionada.

172

00:12:47,400 --> 00:12:54,320

El telescopi refractor més gran de la història fou muntat en 1897,
a l'observatori Yerkes, als afores de Chicago.

173

00:12:54,400 --> 00:12:57,480

La seva lent principal a penes feia una mica més d'un metre de diàmetre.

174

00:12:57,560 --> 00:13:02,080

Per increïble que sembli, el tub feia 18 metres de llargada.

175

00:13:02,160 --> 00:13:08,720

Els constructors de telescopis refractors,
en acabar el telescopi de Yerkes,
havien assolit gairebé els seus límits.

176

00:13:08,800 --> 00:13:10,880

En vols, de telescopis més grans?

177

00:13:10,960 --> 00:13:12,800

Pensem en els miralls.

178

00:13:17,080 --> 00:13:23,080

En un telescopi reflector, la llum de les estrelles es reflecteix
en un mirall, en comptes de travessar una lent.

179

00:13:23,160 --> 00:13:29,400

Podries fer el mirall molt més prim
que una lent i agafar-lo per darrere.

180

00:13:29,480 --> 00:13:34,640

És a dir: pots construir miralls
moltíssim més grans que les lents.

181

00:13:35,640 --> 00:13:39,720

Els grans miralls foren assajats al sud de
Califòrnia fa cent anys.

182

00:13:39,800 --> 00:13:44,880

Llavors, el Mont Wilson era un cim remot perdut
a les asprives Muntanyes de Sant Gabriel.

183

00:13:44,960 --> 00:13:49,080

Allà el cel era net i les nits, fosques.

184

00:13:49,160 --> 00:13:53,640

George Ellery Hale va construir-hi primer
un telescopi d'1,5 metres.

185

00:13:53,720 --> 00:13:58,400

Era més petit que el Leviatan de Lord Rosse, que ja no s'utilitzava
però era de molta més qualitat.

186

00:13:58,480 --> 00:14:02,160

I estava molt millor ubicat, tot s'ha de dir.

187

00:14:02,240 --> 00:14:07,640
Hale va demanar finançament per un telescopi de 2,5 metres
a l'empresari local John Hooker.

188
00:14:07,720 --> 00:14:12,560
Tones de vidre i d'acer reblat
foren encimbellades a Mont Wilson.

189
00:14:12,640 --> 00:14:16,000
El telescopi Hooker es va enllestir l'any 1917.

190
00:14:16,080 --> 00:14:20,240
Va ser el telescopi més gran
del món durant 30 anys.

191
00:14:20,320 --> 00:14:25,400
Una bona peça d'artilleria còsmica,
preparada per atacar l'Univers.

192
00:14:28,480 --> 00:14:31,080
I el va atacar, i tant que el va atacar!

193
00:14:31,160 --> 00:14:34,240
A més de la increïble mesura del
nou telescopi s'hi afegien

194
00:14:34,280 --> 00:14:37,240
transformacions en la manera
d'observar-hi la imatge.

195
00:14:37,280 --> 00:14:40,800
Els astrònoms, amb tot, no trigarien a abandonar
l'ocular del nou gegant.

196
00:14:40,880 --> 00:14:45,960
En canvi, recollien la seva llum hores i hores
en plaques fotogràfiques.

197
00:14:46,000 --> 00:14:50,800
Abans, ningú no s'havia endinsat
tan a l'interior del cosmos.

198
00:14:50,880 --> 00:14:55,160
Allò que semblaven nebuloses en espiral van resultar
aplecs curulls d'estrelles individuals.

199
00:14:55,240 --> 00:14:59,560
Potser contenien sistemes estel·lars
com la nostra Via Làctia?

200

00:14:59,640 --> 00:15:03,800
Edwin Hubble, a la nebulosa d'Andròmeda,
va descobrir un tipus molt especial d'estrella

201
00:15:03,880 --> 00:15:07,400
que canvia la seva brillantor amb la precisió d'un rellotge.

202
00:15:07,480 --> 00:15:11,720
Hubble fou capaç de calcular la distància a Andròmeda
mitjançant les seves observacions:

203
00:15:11,800 --> 00:15:15,960
si fa o no fa, dos milions d'anys llum.

204
00:15:16,080 --> 00:15:22,720
Les nebuloses espirals, com ara Andròmeda, eren clarament
galàxies individuals amb tots els ets i els uts.

205
00:15:24,480 --> 00:15:27,320
Això no va ser pas l'únic que podríem dir-ne increïble.

206
00:15:27,400 --> 00:15:32,000
Es va comprovar que moltes d'aquestes galàxies
es mouen tot allunyant-se de la Via Làctia.

207
00:15:32,080 --> 00:15:37,640
Al Mont Wilson, Hubble va descobrir que les
galàxies més properes s'allunyen a velocitats baixes.

208
00:15:37,640 --> 00:15:42,480
Les galàxies més llunyanes, per contra
es desplacen a velocitats molt més grans.

209
00:15:42,560 --> 00:15:43,720
Què en podríem concloure?

210
00:15:43,800 --> 00:15:46,560
Que l'Univers s'està expandint.

211
00:15:46,640 --> 00:15:53,400
El telescopi Hooker ha fornit els científics
de la més gran descoberta astronòmica del segle XX.

212
00:15:56,080 --> 00:16:00,640
Gràcies al telescopi, hem pogut dibuixar
les fites de la història de l'Univers.

213
00:16:00,720 --> 00:16:04,880
L'Univers va nàixer
farà un poc menys de 14 miliards d'anys,

214

00:16:04,960 --> 00:16:09,240

com a resultat d'una tremenda explosió del temps i de l'espai,
de la matèria i l'energia; allò que anomenem

215

00:16:09,280 --> 00:16:11,560

el Big Bang, el Gran Esclat.

216

00:16:11,640 --> 00:16:17,480

Onades petitíssimes fluctuacions quàntiques van expandir-se
conformant densos conglomerats en el brou primigeni.

217

00:16:17,560 --> 00:16:20,160

D'aquí es van condensar les galàxies.

218

00:16:20,240 --> 00:16:23,800

En una meravellosa diversitat de mides i formes.

219

00:16:26,560 --> 00:16:30,400

La fusió nuclear, al nucli de les
estrelles va engendrar àtoms nous.

220

00:16:30,480 --> 00:16:34,880

Carboni, oxigen, ferro, or.

221

00:16:34,960 --> 00:16:39,640

Les explosions de les supernoves, amb un sol esbufec van escampar
aquests elements per l'espai.

222

00:16:39,720 --> 00:16:43,080

La matèria primera per a la formació de noves estrelles.

223

00:16:43,160 --> 00:16:44,800

La matèria primera dels planetes, també!

224

00:16:46,880 --> 00:16:54,880

Un dia, qui sap on? qui sap com?
molècules orgàniques van esdevenir organismes vius.

225

00:16:54,960 --> 00:17:00,560

La vida és un miracle en un
univers en contínua evolució.

226

00:17:00,640 --> 00:17:02,880

Som pols d'estrelles.

227

00:17:02,960 --> 00:17:07,000

Una visió esborronadora i una història majestuosa.

228

00:17:07,080 --> 00:17:11,160

Que ens ha estat duta per les observacions amb el telescopi.

229

00:17:11,240 --> 00:17:15,640

Imagina-t'ho: sense telescopis potser,
a hores d'ara, només coneixeríem sis planetes

230

00:17:15,720 --> 00:17:18,160

una Lluna i uns pocs milers d'estrelles.

231

00:17:18,240 --> 00:17:22,400

L'Astronomia encara seria a les beceroles.

232

00:17:23,640 --> 00:17:27,480

Com tresors soterrats, l'avantguarda
de l'Univers ens ha estat fent agosarats senyals

233

00:17:27,560 --> 00:17:30,000

de temps remotíssims.

234

00:17:30,080 --> 00:17:35,480

Prínceps i poderosos, governants o
industrials, de la mateixa manera que els científics

235

00:17:35,560 --> 00:17:40,240

han mossegat l'esquer ofert pels mars còsmics ignots,
i sense cartes de navegació; amb l'afaiçonament

236

00:17:40,280 --> 00:17:45,400

d'aquests instruments, la esfera
de l'exploració s'ha eixamplat amb molta rapidesa.

237

00:17:59,800 --> 00:18:02,640

George Ellery Hale tenia un somni suprem:

238

00:18:02,720 --> 00:18:06,960

construir un telescopi dues vegades més gran
que el que ja detentava el rècord de grandesa.

239

00:18:07,000 --> 00:18:10,880

Heus-ne aquí la gran senyora
de l'astronomia del segle XX.

240

00:18:10,960 --> 00:18:15,880

El telescopi Hale, de cinc metres de diàmetre, al Mont Palomar.

241

00:18:15,960 --> 00:18:20,560

Més de cinc tones de pes en moviment,
tan acuradament equilibrat

242

00:18:20,640 --> 00:18:24,640

que es mou amb la gràcia i la delicadesa d'una ballarina.

243

00:18:24,720 --> 00:18:30,240

El seu mirall de 40 tones ens ha mostrat estrelles
d'una feblesa menor a 40 milions de vegades del que li és permès de percebre al nostre
ull.

244

00:18:30,280 --> 00:18:35,240

Acabat en 1948, el telescopi Hale
ens ha lliurat insuperables vistes de planetes,

245

00:18:35,280 --> 00:18:38,800

de cúmuls estel·lars, nebuloses i galàxies.

246

00:18:41,080 --> 00:18:44,960

Júpiter, el gegant, i totes les seves llunes.

247

00:18:45,080 --> 00:18:49,080

La impressionant nebulosa de la Flama.

248

00:18:49,160 --> 00:18:54,240

Imperceptibles filets de gas a la nebulosa d'Orió.

249

00:18:59,880 --> 00:19:02,080

Però, ho podríem fer més gran encara?

250

00:19:02,160 --> 00:19:06,240

Si més no, els astrònoms soviètics
ho van intentar a finals dels anys '70.

251

00:19:06,280 --> 00:19:10,640

A les muntanyes més altes del Caucas,
van construir el Bolshoi Teleskop Azimutalni

252

00:19:10,720 --> 00:19:14,880

amb un mirall principal
d'un diàmetre de sis metres.

253

00:19:14,960 --> 00:19:17,640

Tanmateix, la veritat és que no mai es va complir
el que d'aquest telescopi s'esperava.

254

00:19:17,720 --> 00:19:21,720

Clar i ras: era massa gran, massa car,
massa difícil.

255

00:19:21,800 --> 00:19:24,960

Què havien de fer els astrònoms
en arribar a aquest punt?

256

00:19:25,080 --> 00:19:28,480
El somni de fer telescopis més grans
s'havia de deixar perdre?

257

00:19:28,560 --> 00:19:31,960
Era la fi prematura
de la història del telescopi?

258

00:19:32,080 --> 00:19:33,400
Doncs no!

259

00:19:33,480 --> 00:19:36,480
Avui tenim telescopis de 10 metres
operatius

260

00:19:36,560 --> 00:19:39,160
I se'n projecten de més grans
encara.

261

00:19:39,240 --> 00:19:40,720
Quina ha estat la solució?

262

00:19:40,800 --> 00:19:42,640
Les noves tecnologies.

263

00:19:44,000 --> 00:19:48,760
3. La tecnologia al rescat

264

00:19:48,960 --> 00:19:52,800
Així com els cotxes d'avui no s'hi assemblen gaire
a un Seat 600, també

265

00:19:52,880 --> 00:19:56,280
els telescopis contemporanis són radicalment
distints dels seus predecessors d'abans

266

00:19:56,360 --> 00:19:58,680
com el telescopi Hale de 5 metres.

267

00:19:58,760 --> 00:20:01,880
D'entrada, les seves
muntures són molt més petites.

268

00:20:01,960 --> 00:20:05,840
El model de les velles muntures era equatorial
on un dels eixos

269

00:20:05,920 --> 00:20:09,720
es muntava sempre en paral·lel
a l'eix de rotació de la Terra.

270

00:20:09,800 --> 00:20:13,480
Per a seguir l'aparent moviment del
cel, al telescopi només li cal

271

00:20:13,560 --> 00:20:18,200
rotar sobre el seu eixa la mateixa velocitat que ho fa la Terra.

272

00:20:18,280 --> 00:20:21,160
Senzill, però ens hi cal molt, molt d'espai.

273

00:20:21,240 --> 00:20:26,040
Les muntures altazimutals d'avui
són molt més compactes.

274

00:20:26,080 --> 00:20:30,440
Amb una d'aquestes muntures, el telescopi
pot apuntar com si fos un canó.

275

00:20:30,480 --> 00:20:35,240
L'astrònom tria l'orientació,
l'altitud i amb això en té prou.

276

00:20:35,320 --> 00:20:38,640
El problema és mantenir-se
al compàs del moviment celest.

277

00:20:38,720 --> 00:20:44,240
El telescopi ha de rotar
sobre els dos eixos, a velocitats diferents.

278

00:20:44,320 --> 00:20:50,720
Això només ha estat factible fer-ho quan
els telescopis han pogut ser controlats per ordinadors.

279

00:20:50,800 --> 00:20:52,840
A més a més, una muntura petita és més barata de construir

280

00:20:52,920 --> 00:20:57,520
i es pot encabir en una cúpula més petita. Això redueix els costos

281

00:20:57,600 --> 00:21:00,320
i també permet millorar la qualitat de la imatge.

282

00:21:00,400 --> 00:21:03,800
Veiem, per exemple, els telescopis bessons Keck

a Hawaii.

283

00:21:03,880 --> 00:21:06,600
Tot i tenir miralls de 10 metres
i ser dues vegades més grans

284

00:21:06,680 --> 00:21:10,440
que el del telescopi Hale,
estant muntats en cúpules més petites

285

00:21:10,520 --> 00:21:13,240
que la de Mont Palomar.

286

00:21:15,080 --> 00:21:17,440
Els miralls dels telescopis també han evolucionat.

287

00:21:17,520 --> 00:21:19,120
Abans eren gruixuts i pesants.

288

00:21:19,200 --> 00:21:21,840
A hores d'ara són prims i lleugers.

289

00:21:21,920 --> 00:21:26,800
Les làmines dels miralls, que poden ser de molts metres
d'amplada es fonen en gegantins forns rotatoris.

290

00:21:26,880 --> 00:21:30,320
I amb tot, fan menys
de 20 centímetres de gruix.

291

00:21:30,400 --> 00:21:32,960
Una complicada estructura de suport
protegeix el mirall fi

292

00:21:33,080 --> 00:21:35,200
de trencar-se a causa del seu propi pes.

293

00:21:35,280 --> 00:21:39,120
Pistons i manejadors controlats per ordinador
ajuden a mantenir la forma

294

00:21:39,200 --> 00:21:40,840
exacta que precisen els miralls.

295

00:21:43,400 --> 00:21:45,520
Aquest sistema s'anomena òptica activa.

296

00:21:45,600 --> 00:21:49,840
La idea és compensar i corregir

qualsevol deformació del mirall principal

297

00:21:49,920 --> 00:21:54,560

bé sigui causada per la gravetat, el vent,
o els canvis de temperatura.

298

00:21:54,640 --> 00:21:58,240

Ara, un mirall fi també
pesa molt menys.

299

00:21:58,320 --> 00:22:01,440

Això vol dir que l'estructura que el suporta
incloent-hi la muntura

300

00:22:01,560 --> 00:22:03,440

pot ser més perfecta, lleugera.

301

00:22:03,520 --> 00:22:05,560

I més barata!

302

00:22:05,640 --> 00:22:08,360

Heus ací el New Technology Telescopi,
de 3,6 metres,

303

00:22:08,440 --> 00:22:11,760

construït per astrònoms europeus
a finals dels anys '80.

304

00:22:11,840 --> 00:22:14,840

Va servir de laboratori de proves
per a moltes de les noves tecnologies

305

00:22:14,920 --> 00:22:16,120

aplicades a la construcció de telescopis.

306

00:22:16,200 --> 00:22:20,960

Tot i que la seva cúpula no té res a
veure amb les dels telescopis tradicionals,

307

00:22:21,080 --> 00:22:24,240

El New Technology Telescopi
va assolir un gran èxit.

308

00:22:24,320 --> 00:22:27,280

Era l'hora de travessar
el rècord dels sis metres.

309

00:22:27,600 --> 00:22:31,400

L'observatori de Mauna Kea és
al punt més alt del Pacífic

310

00:22:31,480 --> 00:22:34,960
a 4.200 metres sobre el nivell del mar.

311

00:22:36,960 --> 00:22:41,120
Els turistes gaudeixen del Sol i fan surf
a les platges de Hawaii.

312

00:22:41,200 --> 00:22:44,520
Molt per sobre d'ells, els astrònoms
se les han de veure amb temperatures glaçadores

313

00:22:44,600 --> 00:22:51,160
i lluitar contra el mal de les altures en la seva recerca in per
desentranyar els misteris que amaga l'Univers.

314

00:22:51,240 --> 00:22:54,120
Els telescopis Keck estan entre
els més grans del món.

315

00:22:54,200 --> 00:22:59,120
Els seus miralls tenen més de 10 metres
d'una banda a l'altra, i el gruix del pa d'àngel.

316

00:22:59,200 --> 00:23:04,040
Enrajolats, com una cambra de bany,
els formen 36 segments hexagonals.

317

00:23:04,120 --> 00:23:07,480
cadascun és controlat amb una precisió nanomètrica.

318

00:23:07,560 --> 00:23:11,200
Són veritables gegants, consagrats
a l'observació del cel.

319

00:23:11,280 --> 00:23:14,120
Les catedrals de la ciència.

320

00:23:14,200 --> 00:23:16,600
Capvespre a Mauna Kea.

321

00:23:16,680 --> 00:23:21,720
Els telescopis Keck comencen la collita
de fotons que cerquen als racons més llunyans del cosmos.

322

00:23:21,800 --> 00:23:24,520
Els seus miralls bessons s'acoblen
per esdevenir d'una àrea útil que supera

323

00:23:24,600 --> 00:23:27,440
la de tots els telescopis anteriors.

324
00:23:27,520 --> 00:23:30,360
Què descobriran aquesta nit?

325
00:23:34,680 --> 00:23:39,520
Una parella de galàxies en col·lisió,
a una llunyania de miliards d'anys llum?

326
00:23:39,600 --> 00:23:45,320
Una estrella moribunda, amb la ranera
de l'última alenada que fa en una nebulosa planetària?

327
00:23:45,400 --> 00:23:51,040
O, potser, un planeta fora del sistema solar
que podria albergar alguna forma de vida diferent?

328
00:23:51,120 --> 00:23:55,920
A Cerro Paranal, al desert d'Atacama, a Xile,
- l'indret més sec de tota la Terra-

329
00:23:55,960 --> 00:24:00,040
hi trobem l'enginy astronòmic més gran mai construït:

330
00:24:00,120 --> 00:24:03,560
es tracta de l'European Very Large Telescopi (VLT).

331
00:24:16,200 --> 00:24:19,520
El VLT és, en realitat, quatre telescopis en un.

332
00:24:19,600 --> 00:24:22,760
Cadascun d'aquests té un mirall de 8,2 metres.

333
00:24:22,840 --> 00:24:24,120
Antu.

334
00:24:24,200 --> 00:24:25,240
Kueyen.

335
00:24:25,320 --> 00:24:26,320
Melipal.

336
00:24:26,400 --> 00:24:27,760
Yepun.

337
00:24:27,840 --> 00:24:33,440
Són els noms maputxes per designar el Sol,
la Lluna, la Creu del Sud i Venus.

338

00:24:33,520 --> 00:24:37,800

Aquests miralls gegantins els hi van fondre a Alemanya,
els hi van polir a França, i enviats a Xile,

339

00:24:37,880 --> 00:24:41,240

llavors van ser molt lentament transportats
pel desert.

340

00:24:41,320 --> 00:24:44,960

D'horabaixa, aquest telescopi
obre la cúpula que el cobreix.

341

00:24:45,040 --> 00:24:48,560

La llum de les estrelles és una pluja
que aviva els miralls del VLT.

342

00:24:49,280 --> 00:24:52,080

Llavors hi fem noves descobertes.

343

00:24:55,920 --> 00:24:58,160

Un làser travessa el firmament nocturn

344

00:24:58,240 --> 00:25:00,680

i projecta una estrella artificial
en l'atmosfera

345

00:25:00,760 --> 00:25:03,840

a 90 kilòmetres per sobre nostre.

346

00:25:03,920 --> 00:25:06,920

Els sensors d'ona mesuren la
distorsió de la imatge de l'estrella

347

00:25:06,960 --> 00:25:09,120

deguda a les turbulències atmosfèriques.

348

00:25:09,200 --> 00:25:12,960

Aleshores, computadores molt ràpides
expliquen als miralls flexibles com han

349

00:25:13,040 --> 00:25:15,800

de deformar-se per
corregir-ne la distorsió.

350

00:25:15,880 --> 00:25:18,960

De fet, es tracta de treure el titil·lar de les estrelles.

351

00:25:19,040 --> 00:25:22,600

Això és el que anomenem l'òptica adaptativa
i és un esplèndid truc de màgia

352

00:25:22,680 --> 00:25:24,320
de l'astronomia dels nostre temps.

353

00:25:24,400 --> 00:25:28,840
Sense aquest truc, el que veuríem de l'Univers
ens estaria esborrallat per l'atmosfera.

354

00:25:28,920 --> 00:25:32,880
Però amb ell, les nostres imatges són
d'una claredat extrema.

355

00:25:35,480 --> 00:25:39,480
L'altra part de la màgia que es fa amb l'òptica
és allò que coneixem com la interferometria.

356

00:25:39,560 --> 00:25:43,360
La idea bàsica és la de captar la llum des de
dos telescopis separats i

357

00:25:43,440 --> 00:25:46,640
acoblar totes dues imatges en un punt,
ahora que podem mantenir-hi

358

00:25:46,720 --> 00:25:49,320
els desplaçaments relatius
de les seves respectives ones lumíniques.

359

00:25:49,400 --> 00:25:53,160
Si ho fem de manera acurada,
el resultat és que els dos telescopis

360

00:25:53,240 --> 00:25:56,600
interactuen com si fossin part d'un
únic, colossal mirall

361

00:25:56,680 --> 00:25:59,920
tan gran com la distància
que els separa.

362

00:25:59,960 --> 00:26:04,040
En efecte, la interferometria proporciona
ulls d'àguila al nostre telescopi.

363

00:26:04,120 --> 00:26:07,600
La qual cosa permet a telescopis més petits
que ens revelin detalls a una escala que,

364

00:26:07,680 --> 00:26:12,440
d'una altra manera, només seria visible
amb un telescopi molt més gran.

365
00:26:12,520 --> 00:26:15,600
Els telescopis bessons de Keck, a
Mauna Kea, habitualment interactuen

366
00:26:15,680 --> 00:26:17,520
com un interferòmetre.

367
00:26:17,600 --> 00:26:21,440
En el cas del VLT, els seus tots quatre telescopis treballen en equip.

368
00:26:21,520 --> 00:26:24,760
I, a més a més, alguns telescopis
auxiliars, més petits, poden també

369
00:26:24,840 --> 00:26:28,880
afegir-se'n a la tasca comuna per a
afinar més encara les imatges.

370
00:26:29,840 --> 00:26:33,400
Podem trobar uns altres telescopis grans
per tot arreu del món.

371
00:26:33,480 --> 00:26:37,480
Subaru i Gemini Nord
a Mauna Kea.

372
00:26:37,560 --> 00:26:42,240
Gemini Sud i els telescopis Magellan a Xile.

373
00:26:42,320 --> 00:26:46,280
El Gran Telescopi Binocular
a Arizona.

374
00:26:48,200 --> 00:26:50,800
Tots han estat construïts
als millors indrets de què disposem.

375
00:26:50,840 --> 00:26:53,720
Ben alts i amb molt poca humitat, ben clars i amb nits molt fosques.

376
00:26:53,840 --> 00:26:56,640
Amb ulls grans
com catedrals.

377
00:26:56,760 --> 00:27:00,400
Tots equipats amb òptica adaptativa

a fi de neutralitzar els

378

00:27:00,440 --> 00:27:02,080

efectes de distorsió deguts a l'atmosfera.

379

00:27:02,200 --> 00:27:05,960

De vegades poden assolir una resolució d'un gegant mític i virtual, d'un Behemoth, per exemple;

380

00:27:06,040 --> 00:27:08,640

gràcies a la interferometria.

381

00:27:09,680 --> 00:27:11,800

Vet aquí el que ens han mostrat.

382

00:27:11,920 --> 00:27:13,400

Planetes.

383

00:27:16,600 --> 00:27:18,240

Nebuloses.

384

00:27:19,360 --> 00:27:23,960

Les dimensions actuals -i les esclafades geometries- d'algunes estrelles.

385

00:27:23,960 --> 00:27:27,160

Un planeta en òrbita en torn a una estrella nana marró.

386

00:27:27,200 --> 00:27:31,480

I estrelles gegants orbitant, al bel centre de la nostra Via Làctia, la galàxia que habitem,

387

00:27:31,600 --> 00:27:36,720

menades per la força gravitatòria d'un forat negre supermassiu.

388

00:27:36,840 --> 00:27:40,400

Hem recorregut un bon camí des de els dies de Galileu.

389

00:27:40,000 --> 00:27:44,760

4. De la plata al silici

390

00:27:45,840 --> 00:27:49,000

Fa 400 anys, quan Galileu Galilei va voler mostrar el

391

00:27:49,120 --> 00:27:53,000

que veia amb el seu telescopi,

havia de dibuixar-ho.

392

00:27:53,120 --> 00:27:56,240

La cara de la Lluna
com picadeta per la verola.

393

00:27:56,360 --> 00:28:00,400

La dansa
dels satèl·lits de Júpiter.

394

00:28:00,520 --> 00:28:02,160

Les taques de la superfície del Sol.

395

00:28:02,280 --> 00:28:04,160

O les estrelles d'Orion.

396

00:28:04,280 --> 00:28:06,720

Aquells dibuixos els va publicar
en un llibre petit

397

00:28:06,760 --> 00:28:08,400

El «Sidereus Nuncius» o
el «Missatger de les Estrelles».

398

00:28:08,440 --> 00:28:10,800

Era l'única manera que tenia
per a compartir els seus

399

00:28:10,920 --> 00:28:12,400

descobriments.

400

00:28:12,440 --> 00:28:16,640

Durant més de 200 anys,
els astrònoms havien de ser també artistes.

401

00:28:16,760 --> 00:28:19,000

Escorcollant amb els seus oculars,
van fer dibuixos

402

00:28:19,120 --> 00:28:20,960

ben acurats d'allò
que veien.

403

00:28:21,040 --> 00:28:23,080

L'inhòspit paisatge
de la Lluna.

404

00:28:23,200 --> 00:28:25,960

Una tempesta en l'atmosfera
de Júpiter.

405

00:28:26,040 --> 00:28:29,000

El vel subtil de gas
d'una nebulosa llunyana.

406

00:28:29,120 --> 00:28:32,320

Alguns cops van magnificar
el que observaven.

407

00:28:32,440 --> 00:28:36,560

Van creure que les línies fosques de la superfície de Mars
eren canals

408

00:28:36,680 --> 00:28:39,880

que suggerien l'existència de civilitzacions en
la superfície del planeta vermell.

409

00:28:39,960 --> 00:28:43,480

Els canals, ara ho sabem,
eren una il·lusió òptica.

410

00:28:43,600 --> 00:28:47,160

Els astrònoms realment necessitaven
una manera objectiva de recollir

411

00:28:47,280 --> 00:28:51,480

la llum que els arribava pels telescopis
sense que la informació

412

00:28:51,520 --> 00:28:54,480

fos tamisada pels seus cervells, primer,
i pels llapis després.

413

00:28:54,600 --> 00:28:57,400

La fotografia va venir
al seu ajut.

414

00:28:58,760 --> 00:29:01,160

El primer daguerreotip
de la Lluna

415

00:29:01,200 --> 00:29:03,880

el va fer, en 1840,
Henry Draper.

416

00:29:03,920 --> 00:29:07,240

La fotografia tenia menys
de 15 anys, però els astrònoms

417

00:29:07,360 --> 00:29:10,880

ja hi havien albirat
les seves possibilitats revolucionàries.

418

00:29:10,920 --> 00:29:13,080

Com funcionava la fotografia d'aleshores?

419

00:29:13,120 --> 00:29:17,160

Bé. Una placa fotogràfica estava coberta
d'una emulsió sensible que contenia

420

00:29:17,280 --> 00:29:19,400

grans molt petits d'halur de plata.

421

00:29:19,440 --> 00:29:22,160

Que, si s'exposaven a la llum,
s'enfosquien.

422

00:29:22,200 --> 00:29:24,800

Com a resultat s'hi obtenia
una imatge en negatiu del cel

423

00:29:24,920 --> 00:29:28,080

amb estrelles fosques sobre
un fons blanc.

424

00:29:28,200 --> 00:29:31,560

Però l'avantatge realment consistia a
poder exposar una placa fotogràfica

425

00:29:31,680 --> 00:29:33,960

durant moltes hores.

426

00:29:34,040 --> 00:29:36,720

Quan mires el cel a la nit,
un cop els teus ulls s'acostumen a la foscor,

427

00:29:36,760 --> 00:29:39,640

no hi veus més i més estrelles

428

00:29:39,680 --> 00:29:42,320

només perquè hi miris més lluny, ni més temps.

429

00:29:42,440 --> 00:29:45,240

Però amb una placa
fotogràfica pots fer-ho.

430

00:29:45,360 --> 00:29:48,480

Hi pots recollir i afegir-hi
la llum durant hores i més hores.

431

00:29:48,600 --> 00:29:52,880

Doncs, com més llarga és l'exposició
revela més i més estrelles.

432

00:29:52,920 --> 00:29:54,160

I més encara.

433

00:29:54,200 --> 00:29:55,240

I encara més.

434

00:29:55,360 --> 00:29:57,320

I fins i tot algunes més!

435

00:29:58,360 --> 00:30:02,000

Als anys '50, el telescopi Schmidt
a l'Observatori de Palomar

436

00:30:02,120 --> 00:30:05,160

fou emprat per fotografar
tot el cel de l'hemisferi nord.

437

00:30:05,280 --> 00:30:10,080

Van ser més de 2.000 plaques fotogràfiques,
cadascuna exposada gairebé una hora.

438

00:30:10,120 --> 00:30:12,960

La troballa d'un tresor per a fer-ne més descobertes.

439

00:30:12,960 --> 00:30:17,080

La fotografia ha transformat l'observació
astronòmica en una autèntica ciència.

440

00:30:17,200 --> 00:30:21,480

Objectiva, mesurable
i reproduïble.

441

00:30:21,600 --> 00:30:23,240

Però la plata és molt lenta.

442

00:30:23,280 --> 00:30:25,480

Has de tenir-ne molta, de paciència.

443

00:30:27,120 --> 00:30:29,880

La revolució digital
ho va capgirar tot.

444

00:30:29,920 --> 00:30:31,640

El silici va reemplaçar la plata.

445

00:30:31,760 --> 00:30:34,480
Els grans van esdevenir píxels.

446

00:30:36,360 --> 00:30:40,000
Fins i tot en les càmeres d'anar per casa,
ja no fem pel·lícula fotogràfica.

447

00:30:40,120 --> 00:30:43,560
Ara, enregistrem les imatges
en un xip fotosensible:

448

00:30:43,600 --> 00:30:47,800
Un dispositiu acoblat per càrrega
(Charge Coupled Device),
les sigles CCD, per fer-ho més curt.

449

00:30:47,920 --> 00:30:51,560
Els CCD professionals són
d'allò més eficients.

450

00:30:51,680 --> 00:30:54,640
I perquè siguin més sensibles encara,
es refreden

451

00:30:54,680 --> 00:30:57,960
molt per sota dels zero graus,
amb nitrogen líquid.

452

00:30:58,040 --> 00:31:00,720
Gairebé tots els fotons entrants
són enregistrats.

453

00:31:00,760 --> 00:31:05,640
Com a conseqüència, els temps d'exposició
poden ser molt més curts.

454

00:31:05,760 --> 00:31:09,480
Allò que l'Observatori de Palomar
recollia en una hora

455

00:31:09,600 --> 00:31:13,160
un CCD ho fa ara
en pocs minuts.

456

00:31:13,200 --> 00:31:15,560
I amb un telescopi molt més petit.

457

00:31:15,600 --> 00:31:18,080
La revolució del silici

tot just ha començat.

458

00:31:18,200 --> 00:31:21,080

Els astrònoms han construït
enormes càmeres CCD amb

459

00:31:21,200 --> 00:31:23,560

centenars de milions de píxels.

460

00:31:23,600 --> 00:31:26,320

I encara han arribat més coses.

461

00:31:28,120 --> 00:31:32,560

El gran avantatge de les imatges
digitals és que són això: digitals.

462

00:31:32,600 --> 00:31:35,800

Estan pensades i preparades per a treballar amb ordinadors.

463

00:31:35,840 --> 00:31:38,800

Els astrònoms empren programari
especialitzat
per processar les seves

464

00:31:38,840 --> 00:31:40,880

observacions del cel.

465

00:31:40,880 --> 00:31:45,080

Pujant o abaixant el contrast,
se'ns mostren els detalls més imperceptibles

466

00:31:45,200 --> 00:31:47,640

de les nebuloses o de les galàxies.

467

00:31:47,760 --> 00:31:51,240

La codificació del color
posa de manifest estructures

468

00:31:51,280 --> 00:31:53,640

molt difícils de veure
amb uns altres mètodes.

469

00:31:53,680 --> 00:31:57,880

I amb tot i això, si es combinen imatges
múltiples del mateix objecte

470

00:31:57,920 --> 00:32:00,400

fotografiat amb diferents
filtres, els astrònoms

471
00:32:00,520 --> 00:32:04,320
desenvolupen espectaculars composicions
que difuminen les fronteres

472
00:32:04,440 --> 00:32:06,720
entre la ciència i l'art.

473
00:32:06,840 --> 00:32:09,880
Tu també te'n pots beneficiar
de l'astronomia digital.

474
00:32:09,960 --> 00:32:13,960
Mai no havia estat tan fàcil obtenir-ne
i gaudir-ne les impressionants

475
00:32:13,960 --> 00:32:15,800
imatges del cosmos.

476
00:32:15,920 --> 00:32:20,080
De les fotografies de l'Univers
només hi som a la distància d'un clic!

477
00:32:20,680 --> 00:32:24,160
Els telescopis robòtics, equipats amb
detectors electrònics força sensibles

478
00:32:24,280 --> 00:32:27,800
escorcollen els cels
ara mateix.

479
00:32:27,920 --> 00:32:30,880
El telescopi Sloan, a Nou
Mèxic, ha fotografiat

480
00:32:30,960 --> 00:32:34,000
i catalogat més d'un centenar de
milions d'objectes estel·lars,

481
00:32:34,120 --> 00:32:38,160
Ha mesurat les distàncies que ens separen
d'un milió de galàxies, i ha descobert

482
00:32:38,280 --> 00:32:41,480
centenars de milers de
nous quàsars.

483
00:32:41,520 --> 00:32:44,000
Però amb una sola, d'observació, no n'hi ha prou.

484

00:32:44,120 --> 00:32:47,400
L'Univers és un lloc que canvia constantment.

485
00:32:47,520 --> 00:32:51,240
Els cometes glaçats van i vénen,
escampant les seues deixalles

486
00:32:51,280 --> 00:32:53,640
al pas de les seues esteles.

487
00:32:53,760 --> 00:32:56,720
Els asteroides passen rabent.

488
00:32:56,840 --> 00:33:00,560
Planetes llunyans orbiten temporalment
les seves estrelles mares

489
00:33:00,680 --> 00:33:02,880
i ens bloquen
l'arribada de llum d'aqueixes.

490
00:33:02,960 --> 00:33:08,800
Les supernoves esclaten, mentre
per tot arreu neixen noves estrelles.

491
00:33:08,840 --> 00:33:17,960
Llampades de púlsars; ràfegues de raigs gamma produïdes
per l'acreció de matèria sobre forats negres.

492
00:33:18,040 --> 00:33:21,720
Els astrònoms, per enregistrar aquestes grandioses
actuacions de la naturalesa,

493
00:33:21,840 --> 00:33:25,240
voldrien escrutar la totalitat
dels cels tots els anys.

494
00:33:25,360 --> 00:33:26,840
0 un cop al mes.

495
00:33:26,920 --> 00:33:28,640
0 dos cops per setmana.

496
00:33:28,680 --> 00:33:33,800
Aquest és l'ambiciós objectiu
del Telescopi Large Synoptic Survey.

497
00:33:33,920 --> 00:33:39,400
Si esdevé operatiu a l'any 2015, la seva càmera de
tres gigapíxels obrirà

498

00:33:39,440 --> 00:33:42,080

una finestra, a l'estil d'una càmera web,
sobre l'Univers.

499

00:33:42,200 --> 00:33:45,960

Haurem superat els somnis més agosarats
dels astrònoms amb aquest telescopi reflector

500

00:33:46,040 --> 00:33:51,080

i fotografiarem ben bé
la totalitat del cel cada tres nits.

501

00:33:56,000 --> 00:34:00,760

5. Observant l'invisible

502

00:34:02,360 --> 00:34:05,080

En escoltar la teva música preferida
l'oïda és capaç de registrar

503

00:34:05,160 --> 00:34:08,800

un ventall molt ample de freqüències,
des de les més profundes remors dels

504

00:34:08,920 --> 00:34:12,120

baixos fins a les més estridents
vibracions dels aguts.

505

00:34:12,200 --> 00:34:14,960

Ara, imagina que la teva oïda
només és sensible a un espectre de freqüències

506

00:34:15,360 --> 00:34:16,920

molt limitat.

507

00:34:16,960 --> 00:34:19,520

Perdries gairebé
el bo i millor de la música!

508

00:34:19,600 --> 00:34:23,000

Aquesta és, aproximadament
la situació en què es troben els astrònoms.

509

00:34:23,080 --> 00:34:26,160

L'ull humà és sols sensible
a un ventall molt estret

510

00:34:26,240 --> 00:34:29,000

de freqüències lumíniques:
la llum visible.

511

00:34:29,080 --> 00:34:31,560

Doncs som completament cecs
a tota la resta de formes de

512

00:34:31,640 --> 00:34:33,600

radiació electromagnètica.

513

00:34:33,680 --> 00:34:36,640

I tanmateix, hi ha molts astres
en l'Univers que emeten

514

00:34:36,720 --> 00:34:39,960

radiacions en aquestes altres bandes de
l'espectre electromagnètic.

515

00:34:40,040 --> 00:34:43,760

Per exemple, als anys '30 es
va descobrir accidentalment

516

00:34:43,840 --> 00:34:47,240

que hi ha ones de ràdio
que ens arriben des de les profunditats de l'espai.

517

00:34:47,320 --> 00:34:49,960

Algunes d'aquestes ones tenen la
mateixa freqüència que la teva emissora

518

00:34:50,040 --> 00:34:53,160

preferida, però són
molt més febles i, per descomptat, no n'hi ha res

519

00:34:53,240 --> 00:34:55,280

que puguis escoltar.

520

00:34:56,520 --> 00:34:59,960

Per a «sintonitzar» la ràdio
de l'Univers, ens cal alguna mena

521

00:35:00,040 --> 00:35:02,560

de receptor: un radiotelescopi.

522

00:35:02,680 --> 00:35:06,960

Ara com ara, tret de les longituds d'ona més grans,
un radiotelescopi només és com un plat.

523

00:35:07,040 --> 00:35:10,080

Quelcom molt semblant al mirall principal
d'un telescopi òptic.

524

00:35:10,200 --> 00:35:14,400

Però, com que les ones de ràdio són
molt més llargues que les de la llum visible

525

00:35:14,440 --> 00:35:17,240

la superfície del plat no té perquè ser
tan perfectament llisa i polida

526

00:35:17,360 --> 00:35:19,000

com la superfície d'un mirall.

527

00:35:19,120 --> 00:35:21,640

Per això
resulta molt més senzill construir un

528

00:35:21,680 --> 00:35:26,800

gran radiotelescopi que no pas
un gran telescopi òptic.

529

00:35:26,840 --> 00:35:30,960

I també, amb les longituds de les ones de ràdio és
molt més fàcil treballar-hi amb la interferometria.

530

00:35:30,960 --> 00:35:34,080

O sigui, augmentar el nivell de
detall que podem veure

531

00:35:34,120 --> 00:35:37,960

quan combinem la llum de dos telescopis separats, com si

532

00:35:38,040 --> 00:35:41,560

foren les dues parts
d'un únic disc gegant.

533

00:35:41,600 --> 00:35:44,640

El Very Large Array, de Nou Mèxic,
per exemple, consisteix en

534

00:35:44,680 --> 00:35:49,720

27 antenes separades, cadascuna
de les quals té 25 metres de diàmetre.

535

00:35:49,760 --> 00:35:52,960

Cada antena es pot fer moure
i girar de manera aïllada, i

536

00:35:53,040 --> 00:35:56,400

configurades en la màxima amplitud,
l'antena virtual

537

00:35:56,520 --> 00:36:00,800
generada fa un disc de 36
kilòmetres de diàmetre.

538

00:36:00,920 --> 00:36:03,560
Llavors, ¿A què s'hi assembla
l'Univers en la ràdio?

539

00:36:03,680 --> 00:36:08,000
Bé, per a començar, el nostre Sol brilla
amb molta claredat en les longituds d'ona de ràdio.

540

00:36:08,120 --> 00:36:10,720
És el mateix que passa amb la nostra
galàxia, la Via Làctia.

541

00:36:10,760 --> 00:36:12,400
I això no ho és tot.

542

00:36:12,520 --> 00:36:16,480
Els púlsars són cossos estel·lars
molt densos que emeten ràdio ones

543

00:36:16,520 --> 00:36:18,640
només en una banda molt estreta.

544

00:36:18,680 --> 00:36:21,800
Els púlsars, a més a més, giren a velocitats
de centenars

545

00:36:21,840 --> 00:36:23,720
de revolucions per segon.

546

00:36:23,760 --> 00:36:27,800
En efecte, un púlsar és com
un far d'ones ràdio que giravolta.

547

00:36:27,920 --> 00:36:31,320
El que veiem dels púlsars és
una seqüència força regular i ràpida

548

00:36:31,360 --> 00:36:34,320
de pulsacions ràdio
molt curtes.

549

00:36:34,440 --> 00:36:36,640
D'aquí el seu nom.

550

00:36:36,680 --> 00:36:39,320

La radiofont coneguda com
Cassiopeia A és

551

00:36:39,440 --> 00:36:43,640
el romanent, les restes, d'una supernova que
va explotar al segle XVII.

552

00:36:43,680 --> 00:36:48,240
Centaurus A, Cignus A i Virgo A
són galàxies gegants que

553

00:36:48,280 --> 00:36:50,640
emeten immenses quantitats
d'ones ràdio.

554

00:36:50,680 --> 00:36:55,960
La emissió de cada galàxia està alimentada
per un forat negre massiu que hi ha al seu centre.

555

00:36:56,040 --> 00:37:00,000
Algunes d'aquestes radiogalàxies
i els quàsars són emissors tan potents que

556

00:37:00,120 --> 00:37:05,320
els seus senyals poden detectar-se
des d'una distància de 10 miliards d'anys llum.

557

00:37:05,360 --> 00:37:08,880
També hi ha la tènue remor de les
ones relativament curtes,

558

00:37:08,960 --> 00:37:11,320
que omple la totalitat de l'Univers.

559

00:37:11,360 --> 00:37:14,160
És el que coneixem com el fons
còsmic de microones,

560

00:37:14,200 --> 00:37:16,400
es tracta de l'eco
del Big Bang.

561

00:37:16,440 --> 00:37:20,560
L'autèntica resplendor del roent
néixer de l'Univers.

562

00:37:22,120 --> 00:37:26,400
Totes i cadascuna de les parts de
l'espectre tenen la seva pròpia història per explicar-nos.

563

00:37:26,440 --> 00:37:29,960
Els astrònoms estudien, al mil·límetre i per
sota dels mil·límetres, les longituds d'ona,

564
00:37:29,960 --> 00:37:33,080
la formació de les galàxies en
els orígens de l'Univers i en el naixement

565
00:37:33,200 --> 00:37:37,240
de les estrelles i els planetes
de la nostra Via Làctia.

566
00:37:37,280 --> 00:37:41,400
Tanmateix, el vapor de l'atmosfera
entrebanca molta d'aquesta radiació.

567
00:37:41,520 --> 00:37:44,400
Per estudiar-la, ens cal anar
a llocs alts i eixuts.

568
00:37:44,440 --> 00:37:47,320
Al Pla de Chajnantor, per exemple.

569
00:37:47,440 --> 00:37:50,960
A cinc kilòmetres sobre el nivell
del mar, aquest altiplà surrealista

570
00:37:50,960 --> 00:37:53,960
del nord de Xile és el lloc
on s'hi està construint ALMA:

571
00:37:54,040 --> 00:37:56,880
l'Atacama Large Millimeter Array.

572
00:37:56,920 --> 00:38:01,880
Quan s'acabi en 2014, l'ALMA
serà l'observatori astronòmic

573
00:38:01,920 --> 00:38:04,320
més gran que s'hagi construït mai.

574
00:38:04,840 --> 00:38:09,960
64 antenes, amb un pes cadascuna de
100 tones, treballaran aplegades.

575
00:38:09,960 --> 00:38:13,880
Camions gegants les escamparan
per una extensió més gran que la ciutat de Londres a fi

576
00:38:13,960 --> 00:38:16,800

d'augmentar el detall de la imatge,
o les ajuntaran

577

00:38:16,880 --> 00:38:19,000
perquè ofereixin una visió molt més vasta.

578

00:38:19,120 --> 00:38:23,240
Cada moviment serà
d'una precisió mil·limètrica.

579

00:38:24,680 --> 00:38:28,160
Molts objectes de l'Univers
també brillen en infrarojos.

580

00:38:28,280 --> 00:38:31,960
La radiació infraroja,
descoberta per William Herschel, sovint també l'anomenem

581

00:38:32,040 --> 00:38:36,720
«la radiació calenta» atès que l'emeten
tots els objectes amb més o menys escalfor,

582

00:38:36,760 --> 00:38:39,080
incloent les persones.

583

00:38:41,840 --> 00:38:45,240
La radiació infraroja hi és a la nostra vida
amb més presència de la que ens pensem.

584

00:38:45,360 --> 00:38:48,240
Atès que a la Terra, aquesta mena
de radiació s'empra en les

585

00:38:48,360 --> 00:38:51,160
ulleres de visió nocturna
i en les càmeres.

586

00:38:51,280 --> 00:38:55,160
Però, els astrònoms, per detectar la tènue lluentor infraroja
dels astres llunyans,

587

00:38:55,280 --> 00:38:58,960
necessiten detectors força sensibles,
refredats a uns pocs graus

588

00:38:59,040 --> 00:39:04,000
per sobre del zero absolut, a fi de poder suprimir
la seva pròpia radiació calorífica.

589

00:39:06,920 --> 00:39:11,720

Avui, molts dels grans telescopis òptics
també estan equipats amb càmeres infraroges,

590

00:39:11,760 --> 00:39:15,320

que ens permeten veure perfectament a través
dels núvols de pols còsmica, tot revelant-nos

591

00:39:15,440 --> 00:39:20,240

l'interior de les estrelles acabades de nàixer, quelcom que
no podríem veure amb els telescopis òptics.

592

00:39:20,280 --> 00:39:25,080

Per exemple, fem una ullada a aquesta imatge
del famós bressol d'estrelles d'Orió.

593

00:39:25,200 --> 00:39:27,400

I ara observem quina diferència
en veure'l amb els ulls

594

00:39:27,520 --> 00:39:30,080

d'una càmera d'infrarojos!

595

00:39:30,200 --> 00:39:33,320

L'observació a l'infraroig
resulta també de gran ajut per estudiar

596

00:39:33,360 --> 00:39:35,960

les galàxies més allunyades.

597

00:39:35,960 --> 00:39:41,000

Les estrelles acabades de néixer en una jove galàxia
resplendeixen amb molta claredat en el ultraviolat.

598

00:39:41,120 --> 00:39:45,000

Però aquesta llum ultraviolada ha de
viatjar durant miliards d'anys per tot

599

00:39:45,120 --> 00:39:46,640

l'Univers en expansió.

600

00:39:46,760 --> 00:39:50,560

I aquesta expansió «estira» de les ones lluminoses
de tal manera que quan ens arriben

601

00:39:50,600 --> 00:39:55,240

s'ha desplaçat a la zona de l'infraroig proper.

602

00:39:56,600 --> 00:40:00,240

Aquest instrument tan estilitzat
és el telescopi MAGIC, a l'illa de La Palma.

603

00:40:00,360 --> 00:40:02,960

Escorcolla l'Univers a la recerca
de raigs gamma còsmics

604

00:40:02,960 --> 00:40:06,800

la forma de radiació més
energètica de la naturalesa.

605

00:40:08,360 --> 00:40:10,960

Som afortunats, perquè els raigs gamma
són mortals, però ens els bloca

606

00:40:10,960 --> 00:40:12,320

l'atmosfera de la Terra.

607

00:40:12,360 --> 00:40:16,000

No obstant això, deixen prou empremtes
perquè els astrònoms puguin estudiar-los.

608

00:40:16,120 --> 00:40:19,000

Després de xocar contra l'atmosfera,
els raigs gamma generen cascades.

609

00:40:19,120 --> 00:40:20,640

de partícules energètiques.

610

00:40:20,760 --> 00:40:25,320

Que, per la seva banda, generen una feble
lluïssor que MAGIC pot copsar-ne.

611

00:40:26,920 --> 00:40:30,640

Aquí tenim l'observatori Pierre Auger,
a l'Argentina.

612

00:40:30,680 --> 00:40:33,080

No sembla que sigui
un telescopi.

613

00:40:33,120 --> 00:40:38,960

El Pierre Auger són 1.600
detectors, escampats sobre una extensió de 3.000

614

00:40:38,960 --> 00:40:40,240

kilòmetres quadrats.

615

00:40:40,360 --> 00:40:44,560

Aquests capten les partícules que plouen dels
raigs còsmics de remotes supernoves

616

00:40:44,600 --> 00:40:46,480

i de forats negres.

617

00:40:47,680 --> 00:40:52,400

I què hi ha dels detectors de neutrins,
construïts en profundes mines o sota

618

00:40:52,520 --> 00:40:55,720

la superfície oceànica,
o al gel del l'Antàrtica?

619

00:40:55,840 --> 00:40:57,880

¿Podríem anomenar-los telescopis?

620

00:40:57,960 --> 00:40:59,400

Per què no??

621

00:40:59,520 --> 00:41:03,800

Fet i fet, tots observen l'Univers,
fins i tot si no prenen dades de

622

00:41:03,840 --> 00:41:06,080

l'espectre electromagnètic.

623

00:41:06,120 --> 00:41:09,880

Els neutrins són partícules molt esquerpes
que es produeixen en el Sol

624

00:41:09,960 --> 00:41:12,240

i en les explosions de les supernoves.

625

00:41:12,360 --> 00:41:15,800

També es van produir
fins i tot en el mateix Big Bang.

626

00:41:15,920 --> 00:41:20,640

Els neutrins, a diferència d'unes altres partícules
elementals poden travessar la matèria

627

00:41:20,680 --> 00:41:25,640

convencional, viatjar quasi a la
velocitat de la llum i no tenen càrrega elèctrica.

628

00:41:25,760 --> 00:41:30,240

Encara que són difícils d'estudiar,
hi són per tot arreu.

629

00:41:30,280 --> 00:41:34,160

Cada segon, més de 50 bilions

de neutrins electrònics solars

630

00:41:34,200 --> 00:41:36,560

passen a través del teu cos.

631

00:41:36,680 --> 00:41:40,800

Per últim, els astrònoms i els físics treballen plegats per construir detectors

632

00:41:40,920 --> 00:41:42,640

d'ones gravitatòries.

633

00:41:42,680 --> 00:41:46,640

Aquests «telescòpis» no observen radiacions ni tampoc capturen partícules.

634

00:41:46,680 --> 00:41:51,240

En comptes d'això, mesuren petites ondulacions a l'estructura íntima de l'espai-temps

635

00:41:51,280 --> 00:41:56,960

un concepte predit en la teoria de la relativitat d'Albert Einstein.

636

00:41:57,040 --> 00:42:01,160

Els astrònoms, amb una formidable diversitat d'eines ens han obert completament

637

00:42:01,200 --> 00:42:06,960

l'espectre de la radiació electromagnètica, i encara han gosat anar més lluny.

638

00:42:07,040 --> 00:42:11,240

Perquè algunes observacions, clar i ras, no es poden fer des de la Terra.

639

00:42:11,280 --> 00:42:12,800

Quina resposta ens donen?

640

00:42:12,920 --> 00:42:15,240

Els telescopis espacials.

641

00:42:22,000 --> 00:42:26,560

6. Més enllà de la Terra

642

00:42:28,560 --> 00:42:30,400

El telescopi espacial Hubble.

643

00:42:30,480 --> 00:42:33,360

És, sense dubte, el telescopi
més famós de la història.

644

00:42:33,440 --> 00:42:34,800
I té bones raons per a ser-ho.

645

00:42:34,880 --> 00:42:38,560
Hubble ha revolucionat
molts àmbits de l'astronomia.

646

00:42:38,640 --> 00:42:42,040
Pels estàndards actuals, el mirall
del Hubble és encara molt petit.

647

00:42:42,120 --> 00:42:45,040
Només fa
2,4 metres de diàmetre.

648

00:42:45,120 --> 00:42:48,640
Però esta localitzat, literalment,
fora d'aquest món.

649

00:42:48,720 --> 00:42:52,360
Molt alt. Per sobre dels efectes de distorsió
de l'atmosfera, gaudeix d'una excepcional precisió

650

00:42:52,440 --> 00:42:54,600
per a observar l'Univers.

651

00:42:54,680 --> 00:42:59,360
A més a més, el Hubble pot veure
la llum ultraviolada i la infraroja propera al visible.

652

00:42:59,440 --> 00:43:02,480
Els telescopis terrestres no poden veure
aquesta llum perquè

653

00:43:02,560 --> 00:43:05,880
la bloca l'atmosfera.

654

00:43:05,960 --> 00:43:09,880
Càmeres i espectrògrafs,
alguns tan grans com cabines telefòniques,

655

00:43:09,960 --> 00:43:14,600
analitzen i registren la llum
de llunyanes ribes còsmiques.

656

00:43:14,680 --> 00:43:19,320
Com els telescopis terrestres,

de tant en en tant el Hubble s'actualitza.

657

00:43:19,400 --> 00:43:22,760

Astronautes que fan passejades espacials
hi van en missions de servei.

658

00:43:22,840 --> 00:43:24,440

Hi canvien peces espatllades.

659

00:43:24,520 --> 00:43:27,000

Els instruments més vells els
canvien per uns altres de més moderns

660

00:43:27,080 --> 00:43:29,800

amb tecnologia d'avantguarda.

661

00:43:29,880 --> 00:43:33,280

Hubble ha esdevingut la punta de llança
de l'observació astronòmica.

662

00:43:33,360 --> 00:43:37,240

I ha capgirat
la nostra comprensió del cosmos.

663

00:43:39,840 --> 00:43:44,800

Hubble, amb la seva penetrant mirada,
ha contemplat els canvis estacionals a Mart;

664

00:43:45,920 --> 00:43:48,800

l'impacte d'un cometa a Júpiter;

665

00:43:50,520 --> 00:43:53,880

el perfil transversal dels anells de Saturn...

666

00:43:56,920 --> 00:44:00,400

Fins i tot la superfície del minúscul Plutó.

667

00:44:00,480 --> 00:44:06,320

Ens ha revelat el cicle de la vida de les estrelles,
des l'instant de la naixença, quan són estrelles nadons

668

00:44:06,600 --> 00:44:12,560

en bressols de núvols curulls
de gas, fins la darrera alenada:

669

00:44:12,640 --> 00:44:17,800

com delicades nebuloses, a poc a poc
ventades per l'espai per estrelles moribundes,

670

00:44:17,920 --> 00:44:24,960
o les explosions titàniques d'una supernova
que brillen més enllà de les seves galàxies.

671
00:44:25,040 --> 00:44:28,960
Molt endins de la nebulosa d'Orió, Hubble també ha
vist camps on broten nous

672
00:44:29,040 --> 00:44:34,080
sistemes solars: discs de pols, a l'entorn
d'estrelles nunes, que potser aviat

673
00:44:34,120 --> 00:44:36,080
es condensaran en planetes.

674
00:44:36,200 --> 00:44:40,320
El telescopi espacial ha estudiat milers
d'estrelles individuals en cúmuls globulars

675
00:44:40,440 --> 00:44:45,960
gegants, les famílies d'estrelles
més velles de l'Univers.

676
00:44:46,040 --> 00:44:48,320
I, per descomptat, galàxies.

677
00:44:48,440 --> 00:44:51,960
Els astrònoms no mai les havien vistes
tan detalladament.

678
00:44:51,960 --> 00:44:58,800
Espirals majestuoses, franges de pols
que absorbeixen la llum, col·lisions violentes.

679
00:45:01,040 --> 00:45:05,480
Exposicions llarguíssimes en regions
suposadament buides del cel han revelat

680
00:45:05,520 --> 00:45:10,080
milers de galàxies molt tènues
a miliards d'anys llum de distància.

681
00:45:10,120 --> 00:45:13,960
Fotons que va ser emesos
quan l'Univers encara era jove.

682
00:45:14,040 --> 00:45:18,400
Una finestra al passat remot
que ens permet veure nous aspectes

683

00:45:18,440 --> 00:45:21,560
del tothora canviant cosmos.

684
00:45:22,200 --> 00:45:24,880
El Hubble no és pas l'únic
telescopi espacial.

685
00:45:24,920 --> 00:45:29,800
Aquest és el telescopi espacial Spitzer,
de la NASA, llançat a l'agost de 2003.

686
00:45:29,920 --> 00:45:33,720
Podríem dir-ne que és l'equivalent
del Hubble per als infrarojos.

687
00:45:33,760 --> 00:45:37,960
Spitzer té un mirall de només
85 centímetres de diàmetre.

688
00:45:37,960 --> 00:45:41,080
Però aquest telescopi s'amaga darrere
d'un escut de calor que el protegeix

689
00:45:41,200 --> 00:45:42,480
del Sol.

690
00:45:42,520 --> 00:45:47,160
i els seus detectors estan encastats en un vas Dewar
amb heli líquid.

691
00:45:47,200 --> 00:45:50,080
Els detectors es refreden
fins a uns pocs graus

692
00:45:50,200 --> 00:45:51,800
per sobre del zero absolut.

693
00:45:51,920 --> 00:45:55,560
La qual cosa els fa molt i molt sensibles.

694
00:45:55,680 --> 00:45:58,720
Spitzer ha revelat un Univers tot ple de pols

695
00:45:58,760 --> 00:46:02,560
Núvols foscos i opacs de pols que brillen
a l'infraroig quan són escalfats

696
00:46:02,680 --> 00:46:04,560
des del seu interior.

697

00:46:04,600 --> 00:46:08,720

Ones de xoc produïdes per la col·lisió de galàxies escombren la pols en anells delatadors

698

00:46:08,760 --> 00:46:13,480

i rastres de l'acció de les forces de marea, nous indrets per a la formació ubiqua d'estrelles.

699

00:46:15,520 --> 00:46:19,080

La pols també és present a les seqüeles de la mort d'una estrella.

700

00:46:19,200 --> 00:46:23,080

Spitzer ha descobert que les nebuloses planetàries i les despulles de les supernoves són plenes

701

00:46:23,200 --> 00:46:28,320

de partícules de pols, el prerrequisit dels maons dels quals es bastiran nous planetes.

702

00:46:28,440 --> 00:46:32,080

A altres freqüències de l'infraroig, Spitzer també ha observat a través de núvols de pols,

703

00:46:32,200 --> 00:46:37,720

i ha descobert estrelles amagades dins al nucli d'aquests núvols foscos.

704

00:46:37,840 --> 00:46:40,960

Al remat, els espectrògrafs del telescopi espacial han estudiat

705

00:46:40,960 --> 00:46:44,880

l'atmosfera de planetes gasosos, de fora del sistema solar. Gegants com Júpiter

706

00:46:44,920 --> 00:46:48,880

que orbiten molt ràpid, entorn a la seva estrella mare, en cicles d'uns pocs dies.

707

00:46:50,680 --> 00:46:52,880

¿I què en direm dels raigs X i dels raigs gamma?

708

00:46:52,920 --> 00:46:55,560

Bé, els atura completament l'atmosfera terrestre.

709

00:46:55,680 --> 00:46:59,160

Per això, els astrònoms serien del tot cecs,

a aqueixes formes de radiació energètica,

710

00:46:59,200 --> 00:47:02,080

sense l'ajut dels telescopis espacials.

711

00:47:03,680 --> 00:47:07,080

Els telescopis espacials
de raigs X i raig gamma revelen un Univers calent

712

00:47:07,120 --> 00:47:11,800

violent i ple d'energia amb
cúmuls galàctics, forats negres,

713

00:47:11,840 --> 00:47:16,080

explosions de supernoves,
i xocs de galàxies.

714

00:47:18,760 --> 00:47:20,840

Realment, són molt complicats de construir.

715

00:47:20,920 --> 00:47:24,440

La radiació d'alta energia travessa com si res
els miralls convencionals.

716

00:47:24,520 --> 00:47:29,680

Els raigs X només poden ser enfocats emprant
capes de miralls niats d'or pur.

717

00:47:29,760 --> 00:47:33,120

I els gamma cal estudiar-los amb
sophisticades càmeres estenopeiques

718

00:47:33,200 --> 00:47:36,560

o escintil·ladors apilats que capten
els breus flaixos de llum normal

719

00:47:36,640 --> 00:47:39,680

quan els colpeja un
fotó de raigs gamma.

720

00:47:40,960 --> 00:47:45,120

Als anys '90, la NASA va posar en òrbita
l'observatori Compton de raigs gamma.

721

00:47:45,200 --> 00:47:48,280

En aquell temps, fou el més gran
i el més car dels satèl·lits

722

00:47:48,360 --> 00:47:49,880

científics mai enlairats.

723

00:47:49,960 --> 00:47:53,120

Un laboratori de física
a ple rendiment en l'espai.

724

00:47:53,200 --> 00:47:56,480

En 2008, el GLAST va
reemplaçar el Compton:

725

00:47:56,560 --> 00:48:00,520

el «Gamma Ray Large
Area Space Telescope».

726

00:48:00,600 --> 00:48:04,120

que ha d'estudiar qualsevol aspecte
a alta energia, de l'Univers, de la matèria

727

00:48:04,200 --> 00:48:06,520

fosca als púlsars.

728

00:48:08,440 --> 00:48:12,360

Mentre, els astrònoms tenen
dos telescopis de raigs X a l'espai.

729

00:48:12,440 --> 00:48:17,400

El Chandra X-ray Observatory, de la NASA,
i el XMM-Newton Observatory de l'ESA,

730

00:48:17,480 --> 00:48:21,480

ambdós estudien
els indrets més calents de l'Univers.

731

00:48:23,960 --> 00:48:27,680

Així és com es veu el cel
amb els raigs X.

732

00:48:27,760 --> 00:48:32,160

Les parts esteses són núvols de gas,
escalfat a milions de graus per

733

00:48:32,240 --> 00:48:35,680

ones de xoc de les
restes d'una supernova.

734

00:48:35,760 --> 00:48:39,960

Les fonts puntuals de llum brillant són sistemes
binaris de raigs X: estrelles de neutrons o

735

00:48:39,960 --> 00:48:43,640

forats negres que engoleixen matèria

de l'estrella companya.

736

00:48:43,720 --> 00:48:47,280

I aquest gas calent que cau, emet raigs x.

737

00:48:47,360 --> 00:48:51,560

Així, els telescopis de raigs X revelen
forats negres més que gegants als

738

00:48:51,640 --> 00:48:53,760

nuclis de galàxies llunyanes.

739

00:48:53,840 --> 00:48:57,800

La matèria que gira en espirals s'escalfa
tant com per a brillar amb raigs X

740

00:48:57,880 --> 00:49:02,160

l'instant abans d'enfonsar-se en un
forat negre i perdre's de vista per sempre més.

741

00:49:02,240 --> 00:49:06,840

El gas calent, però tènue, també omple
l'espai entre les galàxies individuals

742

00:49:06,920 --> 00:49:08,320

en un cúmulo de galàxies.

743

00:49:08,400 --> 00:49:12,240

De vegades, aquest gas intracumular
s'agita i s'escalfa encara més;

744

00:49:12,320 --> 00:49:16,480

per la col·lisió i fusió
de cúmuls de galàxies.

745

00:49:16,560 --> 00:49:20,760

Més fascinants encara són les explosions
de raigs gamma, el fenomen més energètic

746

00:49:20,840 --> 00:49:22,600

de l'Univers.

747

00:49:22,680 --> 00:49:26,920

Aquestes són explosions terminals i catastròfiques
d'estrelles molt massives que giren

748

00:49:26,960 --> 00:49:28,760

a velocitats de vertigen.

749

00:49:28,840 --> 00:49:32,760
En menys d'un segon, desprenen
més energia de la que emet el Sol

750
00:49:32,840 --> 00:49:35,760
en 10 miliards d'anys.

751
00:49:38,200 --> 00:49:42,160
Hubble, Spitzer, Chandra,
XMM-Newton i GLAST

752
00:49:42,240 --> 00:49:44,600
són tots gegants força versàtils.

753
00:49:44,680 --> 00:49:47,640
Tanmateix, alguns telescopis espacials
són més petits i realitzen missions

754
00:49:47,720 --> 00:49:49,240
molt més concretes.

755
00:49:49,320 --> 00:49:51,280
El COROT, per exemple.

756
00:49:51,360 --> 00:49:54,880
Aquest satèl·lit francès està consagrat a
l'estudi de la sismologia estel·lar i dels

757
00:49:54,960 --> 00:49:56,880
planetes extrasolars.

758
00:49:56,960 --> 00:50:01,240
O el satèl·lit Swift, de la NASA, un observatori
tant de raigs X com de raigs gamma,

759
00:50:01,320 --> 00:50:05,720
dissenyat per desentranyar
els misteris de les explosions de raigs gamma.

760
00:50:05,800 --> 00:50:10,160
Aquí tenim el WMAP, el «Wilkinson
Microwave Anisotropy Probe».

761
00:50:10,240 --> 00:50:13,840
En només dos anys a l'espai,
ja ha fet el mapa de la radiació còsmica

762
00:50:13,920 --> 00:50:17,280
de fons
amb un detall inimaginable fins ara.

763

00:50:17,360 --> 00:50:21,200

WMAP ha lliurat als cosmòlegs la millor
vista d'una de les fases

764

00:50:21,280 --> 00:50:26,680

més primordials de l'Univers,
un succés esdevingut fa més de 13 miliards d'anys.

765

00:50:26,760 --> 00:50:29,640

L'obertura de la frontera espacial
ha estat un dels fets més excitants

766

00:50:29,720 --> 00:50:32,240

en la història dels telescopis.

767

00:50:32,320 --> 00:50:34,760

Podem anar-hi més lluny encara?

768

00:50:37,800 --> 00:50:40,680

7. Podem anar-hi més lluny encara??

769

00:50:42,680 --> 00:50:45,480

A Arizona, ha estat construït
el primer mirall pel

770

00:50:45,560 --> 00:50:47,400

«Giant Magellan Telescope».

771

00:50:47,480 --> 00:50:50,680

Aquest enorme instrument s'ubicarà
a l'observatori

772

00:50:50,760 --> 00:50:52,360

Las Campanas, a Xile.

773

00:50:52,440 --> 00:50:56,040

Tindrà set miralls, cadascun
de més de 8 metres de diàmetre,

774

00:50:56,120 --> 00:50:59,200

disposats
com els pètals d'una flor.

775

00:50:59,280 --> 00:51:02,200

I treballant plegats,
recolliran més de quatre cops

776

00:51:02,280 --> 00:51:05,799

la quantitat de llum
que un telescopi corrent pot copsar.

777

00:51:05,880 --> 00:51:10,240
El «Californian Thirty Meter
Telescope», operatiu en 2015

778

00:51:10,320 --> 00:51:13,080
és una versió gegant
del Keck.

779

00:51:13,160 --> 00:51:16,360
Centenars de peces
formaran un mirall enorme

780

00:51:16,440 --> 00:51:20,520
tan alt com un edifici
de sis pisos.

781

00:51:20,600 --> 00:51:25,320
A Europa, ja és a punt la planificació del
«European Extremely Large Telescope».

782

00:51:25,799 --> 00:51:29,160
Tindrà 42 metres de diàmetre i

783

00:51:29,240 --> 00:51:32,640
un espill tan gran com la superfície d'una piscina olímpica –dos cops la superfície del

784

00:51:32,720 --> 00:51:34,840
«Californian Thirty Meter Telescope».

785

00:51:34,920 --> 00:51:39,400
Aquests monstres del futur s'equiparan tots
amb instruments d'alta sensibilitat

786

00:51:39,480 --> 00:51:44,160
i òptiques adaptatives
per a optimitzar l'observació a l'infraroig.

787

00:51:44,240 --> 00:51:46,840
Els ens mostraran la primera
generació de galàxies i estrelles

788

00:51:46,920 --> 00:51:50,120
que va existir en la història
de l'Univers.

789

00:51:50,200 --> 00:51:53,120
A més, podrien oferir-nos

la primera imatge

790

00:51:53,200 --> 00:51:56,160
d'un planeta d'un altre
sistema solar.

791

00:51:56,240 --> 00:52:00,000
Per als radioastrònoms,
42 metres són com un cacauet.

792

00:52:00,080 --> 00:52:02,720
Els acoblen molts instruments
més petits per a configurar

793

00:52:02,799 --> 00:52:05,080
un receptor molt més gran.

794

00:52:05,160 --> 00:52:08,799
Als Països Baixos, es construeix
el «Low Frequency Array»,

795

00:52:08,880 --> 00:52:10,520
o LOFAR.

796

00:52:10,600 --> 00:52:15,840
Amb fibra òptica connectaran 30.000
antenes a un superordinador central.

797

00:52:15,920 --> 00:52:19,440
Aquest disseny innovador no té parts
mòbils, però pot observar en

798

00:52:19,520 --> 00:52:22,840
vuit direccions diferents
alhora.

799

00:52:22,920 --> 00:52:26,120
És probable que la tecnologia del LOFAR
sigui emprada pel «Square

800

00:52:26,200 --> 00:52:28,600
Kilometre Array», que és,
a hores d'ara, la major aspiració

801

00:52:28,680 --> 00:52:30,560
dels radioastrònoms.

802

00:52:30,640 --> 00:52:34,640
El projecte internacional del «SKA» es
construirà a Austràlia o a Sud-àfrica.

803

00:52:34,720 --> 00:52:38,560

Antenes de plat ben grans i petits
receptors formaran un equip per oferir-nos

804

00:52:38,640 --> 00:52:42,920

vistes increïblement detallades
de la banda de ràdio del cel.

805

00:52:43,000 --> 00:52:46,720

Amb una àrea d'observació total
d'un kilòmetre quadrat, el

806

00:52:46,799 --> 00:52:50,440

nou enginy serà amb escrieix
l'instrument de ràdio més sensible

807

00:52:50,520 --> 00:52:52,920

que mai s'ha construït.

808

00:52:53,000 --> 00:52:58,040

Galàxies en evolució, potents quàsars,
pulsars titil·lants

809

00:52:58,160 --> 00:53:01,799

cap font d'emissió d'ones de ràdio
s'escaparà dels ulls espïetes

810

00:53:01,880 --> 00:53:04,760

del «Square Kilometre Array».

811

00:53:04,799 --> 00:53:08,280

Aquest instrument cercarà fins i tot
possibles senyals de ràdio de

812

00:53:08,360 --> 00:53:11,840

civilitzacions extraterrestres.

813

00:53:11,920 --> 00:53:15,160

¿I què hi ha de l'espai??

814

00:53:15,240 --> 00:53:19,040

Doncs, després de la cinquena i última
missió de servei, el Hubble

815

00:53:19,120 --> 00:53:24,480

estarà en servei actiu
fins 2013, aproximadament.

816

00:53:24,560 --> 00:53:28,720
El seu successor serà llançat
aqueix any.

817
00:53:30,760 --> 00:53:34,720
Mireu: el telescopi espacial «James Webb»
un observatori d'infrarojos

818
00:53:34,799 --> 00:53:40,480
batejat amb el nom
d'un ex administrador de la NASA.

819
00:53:40,560 --> 00:53:44,840
Un cop sigui a l'espai, el seu espill segmentat
de 6,5 metres es desplegarà

820
00:53:44,920 --> 00:53:48,480
igual que s'obre una flor,
set vegades més sensible

821
00:53:48,560 --> 00:53:51,360
que el Hubble.

822
00:53:51,440 --> 00:53:54,520
Un gran para-sol protegirà l'òptica
i els instruments que han de funcionar a baixíssimes temperatures.

823
00:53:54,600 --> 00:53:57,960
A la seva ombra sempre,
podran operar prop

824
00:53:58,040 --> 00:54:03,000
dels quasi
menys 233 graus Celsius.

825
00:54:04,200 --> 00:54:07,880
El telescopi espacial «James Webb»
no orbitarà sobre la Terra.

826
00:54:07,960 --> 00:54:11,640
En comptes d'això, romandrà a 1,5
milions de kilòmetres del nostre

827
00:54:11,720 --> 00:54:15,880
planeta, en una òrbita ampla
al voltant del Sol.

828
00:54:15,960 --> 00:54:19,080
Fa cinquanta anys, el
telescopi Hale, a Mont Palomar,

829

00:54:19,160 --> 00:54:20,960
va ser el més gran de la història.

830

00:54:21,000 --> 00:54:25,120
Ara, un de més gran,
volarà cap a les profunditats de l'espai.

831

00:54:25,160 --> 00:54:29,440
Només podem somiar sobre
les excitants descobertes que hi farà.

832

00:54:29,520 --> 00:54:31,680
Hem de ser-hi a l'aguait!

833

00:54:32,160 --> 00:54:34,880
Mentre, enginyers creatius
treballen tothora en dissenys

834

00:54:34,960 --> 00:54:37,720
per a nous telescopis.

835

00:54:37,799 --> 00:54:42,040
Al Canadà, els científics han construït
el que s'anomena «telescopi de mirall líquid».

836

00:54:42,120 --> 00:54:45,200
En aquesta mena de telescopi,
la llum de les estrelles no la reflecteix

837

00:54:45,280 --> 00:54:49,360
un mirall sòlid, sinó la superfície
corbada d'un contenidor

838

00:54:49,440 --> 00:54:52,600
de mercuri líquid.

839

00:54:52,680 --> 00:54:56,360
Amb aquest disseny, els telescopis
de mercuri només poden apuntar cap amunt,

840

00:54:56,440 --> 00:54:59,120
però tenen l'avantatge
de ser relativament barats

841

00:54:59,200 --> 00:55:01,360
i fàcils de construir.

842

00:55:01,440 --> 00:55:04,440
Els radioastrònoms volen col·locar

un dispositiu com el LOFAR, fet de petites

843

00:55:04,520 --> 00:55:07,360
antenes a la superfície de la
Lluna, tan lluny com puguin

844

00:55:07,440 --> 00:55:10,880
de les fonts terrestres
d'interferències.

845

00:55:10,960 --> 00:55:13,520
Qui sap si fins i tot algun dia
un gran telescopi òptic

846

00:55:13,600 --> 00:55:16,360
es podria col·locar
a la cara oculta de la Lluna.

847

00:55:16,440 --> 00:55:19,360
Utilitzant telescopis espacials
i discos ocultadors,

848

00:55:19,440 --> 00:55:21,960
els astrònoms dedicats als raigs X esperen millorar
força les prestacions en aquest camp

849

00:55:22,040 --> 00:55:23,040
en el futur.

850

00:55:23,120 --> 00:55:25,720
Podrien reeixir
en detectar les voves

851

00:55:25,799 --> 00:55:27,760
dels forats negres.

852

00:55:29,560 --> 00:55:32,560
Un dia, els telescopis podrien
donar resposta a una de les qüestions més demandades

853

00:55:32,640 --> 00:55:38,840
per la humanitat:
¿estem sols a l'Univers?

854

00:55:42,480 --> 00:55:45,800
Sabem que hi ha uns altres sistemes
solars fora d'aquí.

855

00:55:45,920 --> 00:55:48,280
Sospitem també que hi ha

planetes com la Terra, potser

856

00:55:48,400 --> 00:55:50,200
amb aigua en estat líquid.

857

00:55:50,320 --> 00:55:51,200
Però,

858

00:55:51,320 --> 00:55:53,440
¿Hi ha vida?

859

00:55:54,320 --> 00:55:58,120
La localització d'aquests planetes extrasolars
és molt difícil.

860

00:55:58,240 --> 00:56:00,680
Sovint s'amaguen dels astrònoms
en la intensa llum que

861

00:56:00,720 --> 00:56:03,960
desprenen
les seves estrelles mare.

862

00:56:04,920 --> 00:56:08,040
Si llancem interferòmetres a la
fosca de l'espai podem

863

00:56:08,160 --> 00:56:10,760
trobar-hi noves respostes.

864

00:56:10,799 --> 00:56:13,520
A hores d'ara la NASA avalua un projecte
anomenat

865

00:56:13,560 --> 00:56:16,120
el Cercador de Planetes Terrestres.

866

00:56:16,240 --> 00:56:20,680
I a Europa, els científics
treballen en el projecte Darwin.

867

00:56:20,799 --> 00:56:24,360
Sis telescopis espacials que orbitarien
el Sol, en formació.

868

00:56:24,480 --> 00:56:28,520
Utilitzant làsers es controlaran les distàncies d'un a l'altre
amb una precisió nanomètrica.

869

00:56:28,560 --> 00:56:32,200
Junts tindran una capacitat
de resolució prou gran com per anul·lar

870
00:56:32,240 --> 00:56:36,040
la llum de les estrelles que entrebanquen
l'observació

871
00:56:36,160 --> 00:56:39,800
de planetes com la Terra,
que estan voltant altres estrelles.

872
00:56:40,640 --> 00:56:44,880
Els futurs astrònoms hauran d'estudiar
la llum reflectida per aquests planetes.

873
00:56:45,000 --> 00:56:49,960
Això ens donarà les empremtes dactilars
espectroscòpiques de l'atmosfera d'aquests planetes.

874
00:56:50,000 --> 00:56:53,280
Qui sap si, en 15 anys,
serem capaços de trobar-hi empremtes

875
00:56:53,320 --> 00:56:55,600
d'oxigen, metà i ozó?.

876
00:56:55,720 --> 00:56:58,800
Que són els indicadors de la presència de vida.

877
00:57:01,000 --> 00:57:03,520
L'Univers és ple de sorpreses.

878
00:57:03,640 --> 00:57:05,960
El cel no mai deixa d'impressionar-nos.

879
00:57:06,080 --> 00:57:08,960
No ens hem d'estranyar que centenars
de milers d'astrònoms aficionats

880
00:57:09,000 --> 00:57:11,520
de tota la Terra surtin
les nits clares per meravellar-se

881
00:57:11,640 --> 00:57:13,200
amb el cosmos.

882
00:57:13,240 --> 00:57:15,520
Els seus telescopis
són molt millors que els que va emprar

883

00:57:15,640 --> 00:57:16,960

Galileu.

884

00:57:17,000 --> 00:57:20,600

Les seves fotografies digitals són millors
que les imatges fotogràfiques preses

885

00:57:20,640 --> 00:57:23,760

per professionals de només
fa unes dècades.

886

00:57:23,880 --> 00:57:27,200

La cursa astronòmica per entendre
el cosmos, l'exploració

887

00:57:27,240 --> 00:57:30,760

telescòpica de l'Univers,
només té 400 anys.

888

00:57:30,799 --> 00:57:35,040

Hi ha encara molt de terreny sense cartografiar
allà enfora.

889

00:57:35,560 --> 00:57:38,880

Hem fet molta via des que
Galileu començà a fer mapes del cel

890

00:57:39,000 --> 00:57:42,200

amb el seu telescopi
fa quatre segles.

891

00:57:42,240 --> 00:57:45,440

Avui encara observem l'Univers
amb telescopis

892

00:57:45,480 --> 00:57:50,800

i no només de la Terra estant,
també des de l'espai infinit.

893

00:57:50,920 --> 00:57:54,520

El que diferencia l'ésser humà
és la nostra inexhaurible càrrega

894

00:57:54,640 --> 00:57:57,680

de curiositat i també d'ingenuïtat.

895

00:57:57,799 --> 00:58:00,360

Tot just acabem de respondre
algunes de les preguntes més grans

896

00:58:00,400 --> 00:58:02,440

mai formulades.

897

00:58:02,480 --> 00:58:05,120

Hem identificat la presència d'uns 300
planetes al voltant d'altres estrelles

898

00:58:05,160 --> 00:58:09,200

a la nostra Via Làctia i localitzat
molècules orgàniques

899

00:58:09,240 --> 00:58:12,760

a planetes que orbiten estrelles molt llunyanes.

900

00:58:12,799 --> 00:58:17,440

Aquestes increïbles descobertes
poden semblar el cim de la recerca humana,

901

00:58:17,520 --> 00:58:21,520

però, indubtablement,
el millor encara està per venir.

902

00:58:21,640 --> 00:58:24,440

I vosaltres podeu ser d'aquesta mena d'aventurers!

903

00:58:24,480 --> 00:58:29,200

Els ulls envers al cel i a meravellar-s'hi!.