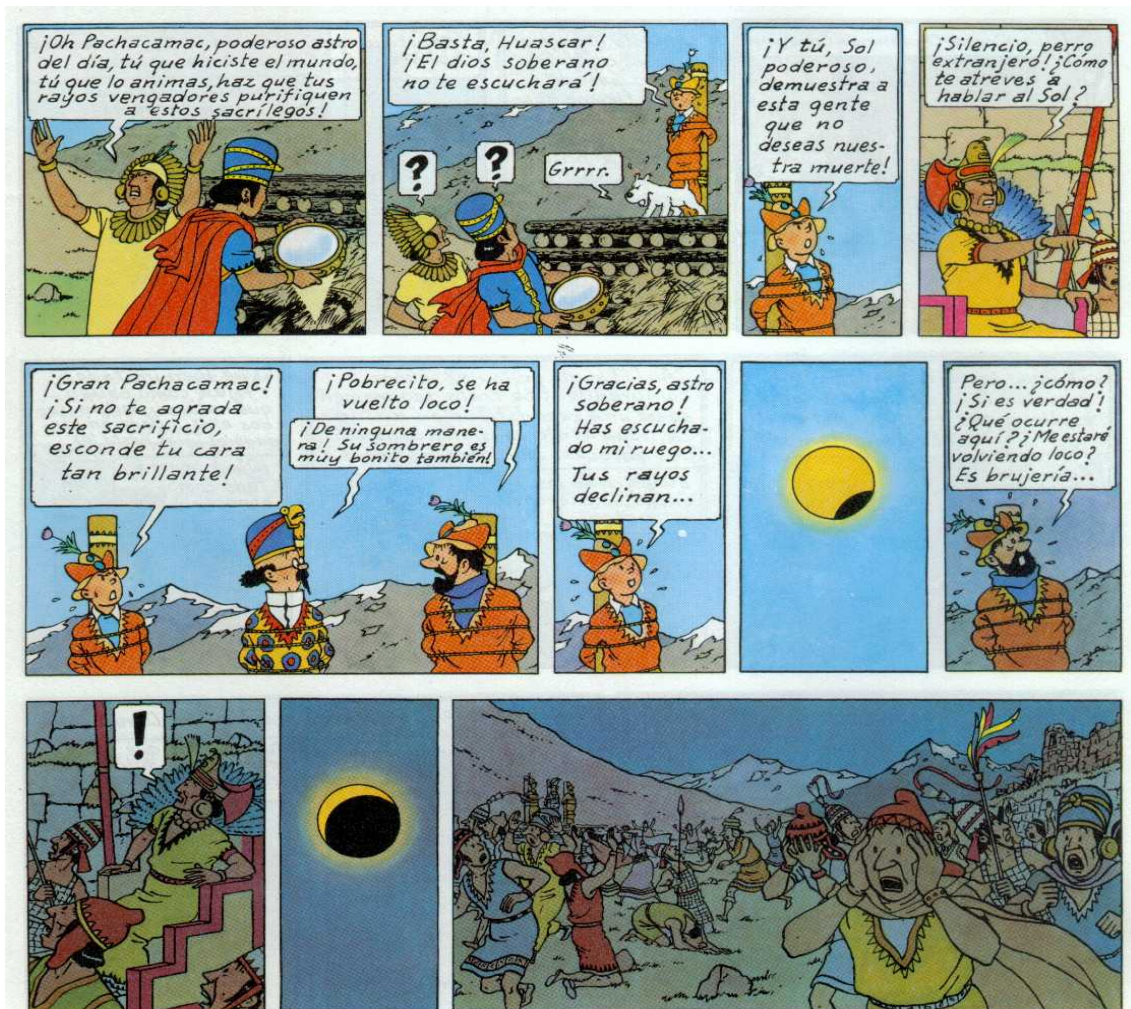


Capítol 1

LA TERRA A L'UNIVERS

1. Antecedents: primeres idees sobre l'Univers
2. L'Astronomia i les seves aplicacions
3. Del sistema geocèntric a l'heliocèntric
4. La síntesi newtoniana
5. Imatge actual de l'Univers
6. Satèl·lits artificials i les seves aplicacions
7. La nau espacial Terra i les seves amenaces

1. ANTECEDENTS: PRIMERES IDEES SOBRE L'UNIVERS



A.1. Fins a quin punt és possible una història com l'anterior? Què reflecteix?

L'eclipsi, A. Monterroso

Quan fra Bartolomé Arrazola es va sentir perdut va acceptar que ja res podria salvar-lo. La selva poderosa de Guatemala l'havia capturat, implacable i definitiva. Davant la seva ignorància topogràfica es va seure amb tranquil·litat a esperar la mort. Va voler morir allà, sense cap esperança, aïllat, amb el pensament fix en la Espanya distant, particularment en el convent dels Abrojos, on Carles Cinquè va condescendir un cop a baixar de la seva eminència per dir que confiava en el zel religiós de la seva tasca redemptora.

En despertar es va trobar envoltat per un grup d'indígenes de rostre impassible que es disposaven a sacrificar-lo davant d'un altar, un altar que a Bartolomé li va semblar com el llit en què descansaria, per fi, dels seus temors, del seu destí, de si mateix. Tres anys al país li havien conferit un mitjà domini de les llengües natives. Va intentar alguna cosa. Va dir algunes paraules que van ser compreses.

Llavors va florir en ell una idea que va tenir per digna del seu talent, de la seva cultura universal i del seu ardu coneixement d'Aristòtil. Recordà que per a aquest dia s'esperava un eclipsi total de sol. I va disposar, en el més íntim, valer-se d'aquell coneixement per enganyar els seus opressors i salvar la vida.

-Si em mateu -els va dir- puc fer que el sol es faci fosc en la seva alçada.

Els indígenes el van mirar fixament i Bartolomé va sorprendre la incredulitat en els seus ulls. Va veure que es va produir un petit consell, i esperà confiat, no sense cert desdeny.

Dues hores després el cor de fra Bartolomé Arrazola regalimava la seva sang vehement sobre la pedra dels sacrificis (brillant sota l'opaca llum d'un sol eclipsat), mentre un dels indígenes recitava sense cap inflexió de veu, sense pressa, una per una, les infinites dates en què es produïrien eclipsis solars i lunars, que els astrònoms de la comunitat maia havien previst i anotat en els seus còdexs sense la valuosa ajuda d'Aristòtil.

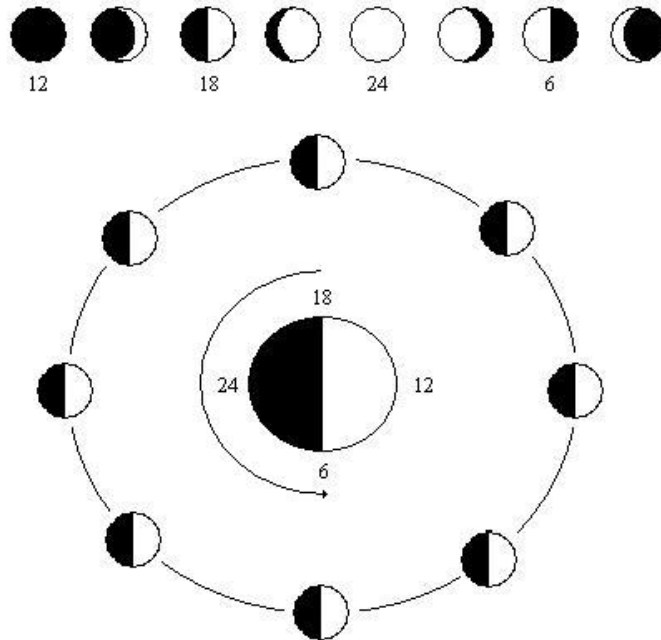
A.2. El text de Monterroso posa de manifest que tots els pobles i cultures coneixen l'astronomia. Per què penses que és així?

A.3. Observeu el cel nocturn i poseu en comú les observacions realitzades. Anoteu l'hora en què es va realitzar l'observació i dibuixeu un "mapa" celeste, indicant mitjançant punts els objectes més lluminosos.

A.4. Encara que en l'actualitat és difícil observar el cel nocturn a les ciutats, per la contaminació atmosfèrica i lumínica, a causa de la llum ambiental, localitzeu en un planisferi els estels i constel·lacions (les Ósses Major i Menor, Cassiopea, Orió, etc.).

A.5. Quina idea sobre el moviment dels astres suggereixen observacions del cel com les que hem realitzat? En altres paraules, quina idea van poder formar-se al respecte els antics observadors del cel?

A.6. Observeu diàriament la Lluna, fins que es repeteixi el cicle Lunar, i poseu en un quadre la posició aproximada (Est-Sud-Oest), l'hora i la forma de la Lluna.



A.7. Quins problemes planteja la contaminació lumínica i quines poden ser les solucions que s'haurien d'adoptar?

2. L'ASTRONOMIA I LES SEVES APLICACIONS

A.8. Com ens orientem? Quina importància pràctica té l'orientació?

A.9. Quines periodicitats astronòmiques marquen el calendari: dia, any, mes?

A.10. Identifiqueu els dies de la setmana amb el corresponent astre.

A.11. Com podeu determinar amb exactitud les estacions? Quines característiques té l'ombra del gnòmon (pal vertical a terra) a mig dia en els solsticis d'hivern i estiu? I en els equinoccis? Per a quines altres coses es pot usar aquesta tècnica?

A.12. Amb quines festivitats del nostre calendari coincideixen aproximadament els solsticis i equinoccis? Quina en pot ser la causa?

A.13. Qui va establir l'actual calendari occidental? Quins factors hi influeixen?

A.14. A què es pot atribuir la creença que els astres influeixen sobre la vida de les persones? Quin valor pot donar-se avui a aquestes creences?

A.15. *Segueixes el teu horòscop? Per què?*

A.16. *Quins fets i raons coneguem que posin de manifest el caràcter acientífic de l'astrologia?*

3. DEL SISTEMA GEOCÈNTRIC A L'HELIOCÈNTRIC

A.17. *Els antics grecs pensaven que la Terra era el centre de l'Univers, estava immòbil, i que el Sol i la resta dels astres es movien al seu voltant. En què es basaven per pensar així, a més de en les seves observacions astronòmiques?*

A.18. *De què està feta la matèria terrestre? I la celeste? Com es mouen?*

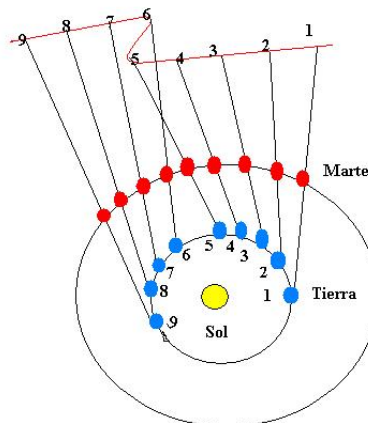
A.19. *Expliqueu què es necessita per mantenir un cos en moviment.*

A.20. *Deixem caure dos cossos de diferent massa simultàniament des de la mateixa alçada. Què podem dir dels temps respectius d'arribada a terra?*

A.21. *Busqueu informació a Internet sobre aquests personatges i les seves contribucions, en particular, d'Hypatia.*

A.22. *Com s'explica la gran acceptació del model geocèntric i la seva persistència al llarg de més de vint segles?*

A.23. *Indagueu i exposeu quines van poder ser les raons que van portar a Copèrnic a qüestionar el sistema geocèntric.*

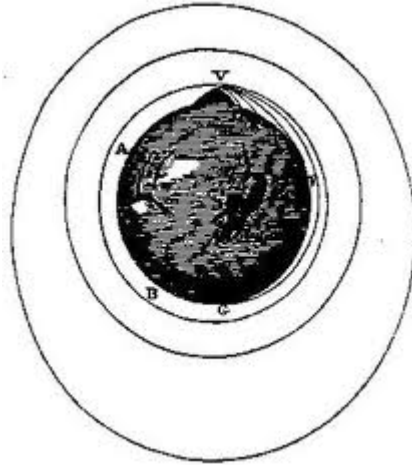


A.24. *El model heliocèntric va ser atacat, entre altres, amb els següents arguments: Si la Terra es mou, no hauria de quedar endarrerit un objecte que cau cap a terra? I no hauríem de veure que la posició relativa de les estrelles es modifica en anar desplaçant la Terra al llarg de la seva trajectòria? Plantegeu possibles respostes per a cada un d'aquests arguments.*

- A.25. *Malgrat l'oposició religiosa, molts astrònoms van comprendre el valor de les idees de Copèrnic i van contribuir a confirmar i estendre-les, encara que això els va enfrontar a persecucions i condemnes. Consulteu algun text d'història de la ciència per conèixer quins altres astrònoms van contribuir a qüestionar el sistema geocèntric i a mostrar la validesa del model heliocèntric. Indiqueu quines van ser les seves principals aportacions.*
- A.26. *Com s'expliquen les estacions?*
- A.27. *Les observacions astronòmiques de Galileu (1564-1642) suposaren una gran contribució al nou model heliocèntric. El telescopi, que ell mateix va construir, millorant l'inventat amb altres fins pels fabricants de lents holandesos (denominat "tub ampliador"), li va permetre a Galileu descobrir, entre altres coses, l'existència de taques a la superfície del Sol, cràters i muntanyes a la Lluna i l'existència de satèl·lits al voltant de Júpiter. Comenteu quins aspectes clau del model geocèntric resultaven qüestionats per les observacions realitzades per Galileu amb l'ajuda del telescopi.*
- A.28. *Com es determina la longitud?*
- A.29. *Assenyaleu el paper jugat en la revolució científica pel telescopi i altres instruments. Quins podríeu esmentar?*
- A.30. *Realitzeu un debat a classe sobre els problemes a què va haver de fer front Galileu, després de veure fragments d'alguna pel·lícula o documental sobre la seva vida.*
- A.31. *Com prova els seus enunciats la nova ciència front a l'escolàstica? Quins canvis de finalitat de la ciència es proposen?*
- A.32. *Citeu exemples d'altres conflictes que, al llarg de la història de la humanitat, hagin enfrontat a la ciència i la tecnologia amb postures dogmàtiques.*

4. LA GRAVITACIÓ UNIVERSAL. LA SÍNTESI NEWTONIANA

- A.33. *Dibuixeu les forces que actuen sobre un objecte que cau en les proximitats de la superfície terrestre i sobre un satèl·lit posat en òrbita al voltant de la Terra.*
- A.34. *Com podríeu justificar que el pes sobre l'objecte i la força gravitatòria són la mateixa força?*



- A.35. De quins factors cal suposar que depèn la interacció gravitatòria entre dos cossos?
- A.36. Com es poden explicar les mareas i el comportament dels cometes a partir de la força gravitatòria?
- A.37. Feu una representació a escala del sistema solar a partir de les següents dades, en les que D és la distància al Sol en milions de Km, ϕ el diàmetre del planeta en km i el diàmetre del Sol és 1.392.000 km.

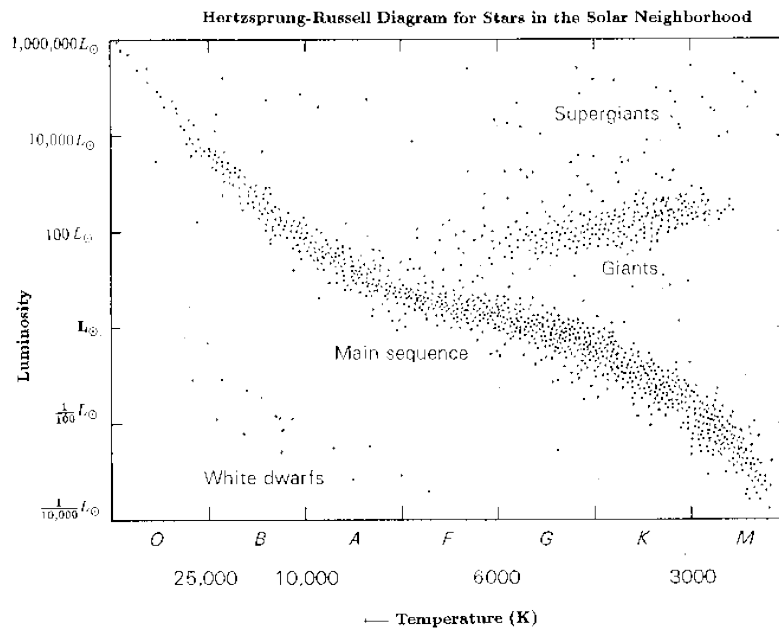
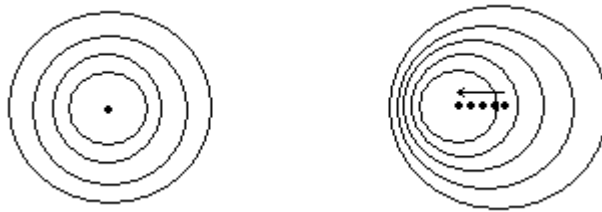
	Mercuri	Venus	Terra	Mart	Júpiter	Saturn	Urà	Neptú
D	58	108	150	228	778	1.427	2.871	4.497
ϕ	4.870	12.103	12.756	6.786	142.984	120.536	51.118	49.528

- A.38. Busca informació sobre planetes petris i gasosos i els seus satèl·lits. Quins tenen tectònica? I aigua? On està la muntanya més alta del sistema Solar? Per què?
- A.39. Com es pot explicar la gran concentració d'estrelles de la Via Làctia?
- A.40. Considerant les grans distàncies entre les estrelles i altres cossos de l'Univers, per descriure les distàncies astronòmiques, s'utilitza l'any-llum. Sabent que la llum del Sol triga uns 8 minuts a arribar fins a nosaltres i la llum emesa per l'estrella més propera, alfa de Centaure, triga quatre anys i quatre mesos, calculeu les seves distàncies a la Terra.

5. IMATGE ACTUAL DE L'UNIVERS

A.41. El 1929 Hubble va descobrir que la llum procedent de les galàxies llunyanes té freqüències inferiors a les corresponents a l'espectre del Sol. És a dir, hi ha un desplaçament cap al vermell més gran com més lluny estan les galàxies. Quina explicació pot donar-se d'aquest fet si el comparem amb el diferent to en la sirena d'una ambulància o al xiulet d'un tren quan s'acosta o quan s'allunya?

Molts estudiants han observat l'efecte Doppler. Convé que compreguen que quan s'acosten el to és més agut (el que correspon a una freqüència major) i quan s'allunyen més greu (freqüència menor). Com les línies espectrals d'aquestes galàxies estaven desplaçades cap al vermell, és a dir, cap a freqüències menors (o longituds d'ona majors), això va demostrar que les galàxies s'allunyaven de la Terra.



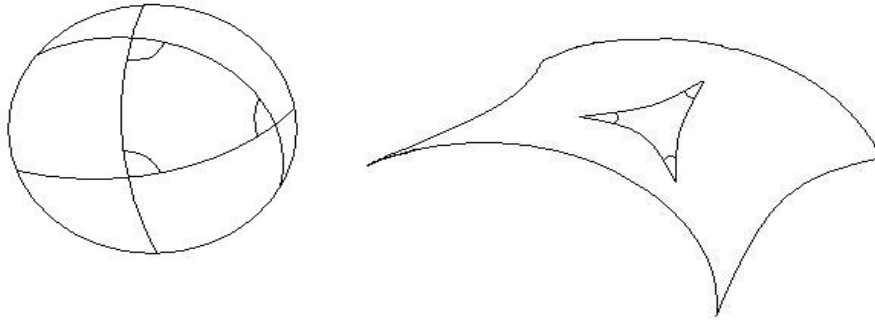
A.42. Quin procés pot explicar l'enorme quantitat d'energia radiada per les estrelles? Busca informació sobre la vida de les estrelles.

A.43. Prenent els 225 m que corresponien a la distància entre la Terra i Neptú com diàmetre de la Galàxia, quina mida correspondria al sistema solar. Igualment si prenem els 225 m. com a radi de l'Univers visible, quina mida correspondria a la Galàxia.

A.44. Com es pot explicar l'expansió de l'Univers?

A.45. Coneixeu alguns fets que confirmen la teoria del "Big Bang"?

A.46. Quin pot ser el final de l'Univers?



Geometries corresponents a l'Univers tancat i obert

6. SATÈL·LITS ARTIFICIALS I LES SEVES APLICACIONS

A.47. Per què aquest mètode mai ha estat utilitzat per posar satèl·lits en òrbita?

A.48. Per què els coets es llancen des de punts de la superfície terrestre el més pròxims possible a l'Equador?

A.49. En els mitjans de comunicació solen aparèixer expressions com: "Un astronauta en un satèl·lit en òrbita terrestre es troba en estat d'ingravedesa, no pesa". Comenta aquesta afirmació.

A.50. Quines aplicacions tenen els satèl·lits artificials?

A.51. Quins problemes plantegen els viatges espacials tripulats, fins i tot a un planeta tan proper com Mart? Per què els polítics prefereixen aquest tipus de viatges i els científics els no tripulats?

A.52. Quines conseqüències té l'existència de la ferralla espacial? Quin tipus de mesures s'haurien d'adoptar per resoldre el problema?

7. LA NAU ESPACIAL TERRA I LES AMENACES QUE REP

- A.53. *A quins problemes s'enfronta avui dia la humanitat?*
- A.54. *Aquests problemes poden ser conseqüència d'algun desenvolupament científic o tecnològic?*
- A.55. *Com poden contribuir la ciència i la tecnologia a resoldre els problemes?*
- A.56. *Com podríem contribuir cadascú de nosaltres a resoldre'ls?*
- A.57. *Indiqueu les aportacions d'interès que ha suposat l'estudi del tema.*
- A.58. *Quins camps del coneixement queden integrats a partir del model heliocèntric i el seu desenvolupament?*
- A.59. *Quina relació hi ha entre l'evolució dels coneixements abordats en aquest tema i les transformacions de la societat?*
- A.60. *Visiteu un Planetari per tal de realitzar un treball posterior sobre les seves aportacions per a la comprensió dels conceptes abordats en el tema.*
- A.61 *Feu un seguiment de les notícies aparegudes a la premsa durant diverses setmanes relacionades amb la gravitació, viatges espacials, origen de l'Univers etc., Confeccionant un mural amb les mateixes per a la classe i realitzant un debat posterior sobre les seves repercussions en la vida actual.*

Referències bibliogràfiques per als alumnes

- HOLTON, G. y BRUSH, S. (1976). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Reverté: Barcelona.
- MADDOX, J. (1999). *Lo que queda por descubrir*. Madrid: Debate.
- MASON, S. F. (1985). *Historia de las ciencias*, 5 Vol. Madrid: Alianza.
- MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). *Un mundo nuevo*, Barcelona : UNESCO. Círculo de lectores.
- SAGAN, C. (1982). *Cosmos*. Barcelona: Planeta.
- SMOLIN, L. (2007). *Las dudas de la física en el siglo XXI*. Barcelona: Crítica.
- SOLBES, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.
- SOLBES, J., MARCO, D., TARÍN, F. & TRAVER, M. (2010). *Ciencias para el mundo contemporáneo*. Madrid, Ministerio de Educación. http://leer.es/wp-content/uploads/web_cmc/index.htm