

**BIOLOGIA I
GEOLOGIA**
GUIA DIDÀCTICA

4 ESO

1

I si trobéssim aigua a Mart, què passaria?

Recorregut didàctic de la situació d'aprenentatge

Presentació

Aquesta situació d'aprenentatge treballa la recollida, l'anàlisi i l'estructuració de dades per extreure'n conclusions. El treball sobre la informació permetrà organitzar categories entre els planetes i establir paral·lelismes entre les seves característiques, i possibilitarà així formular hipòtesis fonamentades sobre l'existència de vida en altres planetes.

- Començar la sessió llegint el títol de la situació i preguntant-los pel que coneixen sobre l'exploració actual de Mart i els seus objectius.
- Projectar el **vídeo** *Somiant amb el planeta vermell* i intercanviar idees sobre la possibilitat d'enviar missions tripulades a Mart.
- Preguntar per què es considera important la presència d'aigua a Mart. A partir de l'objectiu de les exploracions a Mart que tenen per finalitat confirmar

l'existència d'aigua al planeta, podem comentar l'**ODS 14: Conservació dels oceans**, i destacar la importància de l'aigua per a la vida a la Terra i la necessitat de protegir mars i oceans.

- A l'apartat **Aprendràs a...**, l'alumnat podrà consultar els objectius d'aprenentatge que desenvoluparà al llarg de la situació.
- Les **metodologies actives** que s'han d'aplicar són, d'una banda, la de l'aprenentatge basat en projectes (ABP) i, de l'altra, la de *Flipped classroom* (mitjançant vídeos enriquits amb preguntes i consulta de les fitxes de sabers i destreses a casa).
- Plantejar que tot el que aprendran es plasmarà en una exposició digital sobre el sistema solar i les condicions en les quals seria possible l'aparició de vida.

Desenvolupament

QUE VENEN ELS MARCIANS!... O HI ANEM NOSALTRES?

Les activitats d'aquest apartat s'orienten a centrar les dues grans línies que conduiran la situació d'aprenentatge: la vida, les seves característiques i requisits, i l'exploració dels planetes del sistema solar.

- L'activitat 1 ens ha de permetre conèixer les idees prèvies de l'alumnat pel que fa a la possibilitat de vida extraterrestre. Es pot aplicar la **tècnica de treball cooperatiu 1-2-4**.
- L'activitat 2 consisteix en la confecció d'un fris cronològic digital centrat en l'exploració moderna de Mart.

PER QUÈ ENS ATREU MART?

Les activitats d'aquest apartat van destinades a analitzar les característiques dels planetes del sistema solar, classificar-los segons aquestes característiques i comparar i establir paral·lelismes entre la Terra i Mart.

- La introducció i clarificació de terminologia és la finalitat de l'activitat 3. L'aplicació als exemples es pot comentar en grup mentre es projecten fotografies dels diversos cossos celestes.

- L'activitat 4 consta d'una fase en la qual es recull informació i una altra en la qual s'usa part d'aquesta informació. És important remarcar les diferències de mida entre planetes interiors i exteriors, així com la composició atmosfèrica diferent que tenen.

- Les activitats 5 i 6 treballen la situació de les òrbites planetàries en el sistema solar, així com la introducció de la unitat astronòmica. En l'activitat 6 es pot emprar la **tècnica de treball cooperatiu Trencaclosques**, convé remarcar la diferència d'escala entre els models de planetes de l'activitat 4 i l'escala de les òrbites. Podem demanar als alumnes que calculin quant mesuraria el planeta Terra si ho fessin a la mateixa escala que les òrbites.

- En l'activitat 7 es compara la composició atmosfèrica de la Terra i de Mart mitjançant l'elaboració de diagrames de sectors.

- Utilitzant la informació obtinguda en les activitats prèvies, en l'activitat 8 hauran d'elaborar una infografia amb les semblances i diferències entre tots dos planetes. Aquesta activitat està plantejada per a l'**avaluació contínua** i per a treballar-la es pot recórrer a la **destresa de pensament** *El mapa mental*.

QUÈ ENS ALERTA DE LA PRESENCIA DE VIDA?

En aquesta secció introduïrem les característiques dels éssers vius i els seus components bàsics.

- Partint de les idees prèvies de l'alumnat, l'activitat 9 pretén confeccionar una llista amb les característiques comunes de tots els éssers vius i contrastar-la amb cinc exemples d'organismes. Es poden afegir organismes vius o elements inanimats a fi de testar la llista de característiques sobre altres sistemes. Es pot aplicar la **tècnica de treball cooperatiu Llapis al centre**.
- Una de les característiques de tots els éssers vius és la importància de l'aigua, tant en el percentatge de la seva composició com en el seu paper metabòlic i fisiològic. L'activitat 10 introdueix aquestes funcions i les relaciona amb el cicle de l'aigua, i la 11 aprofitarà el coneixement sobre aquest cicle i l'aplicarà a la interpretació de fotografies de tots dos planetes. Es pot emprar la **destresa de pensament Cercle de punts de vista**.

- Les activitats 12 i 13 treballaran el concepte de matèria orgànica i el seu origen al planeta Terra, de manera que, posteriorment, en l'activitat 14, es pugui introduir el concepte de biofirma. És important relacionar en aquest punt la matèria orgànica amb l'activitat dels éssers vius. A partir de la paraula *biofirma*, es pot aplicar la **rutina de pensament Paraula - Idea - Frase**.

HI DEU HAVER VIDA EN ALTRES ASTRES?

En aquest apartat s'analitzaran les característiques dels diversos planetes i es relacionaran amb el desenvolupament de formes de vida hipotètiques.

- L'activitat 15 demana establir relacions entre la teoria de l'origen de la matèria orgànica en les fumaroles oceàniques i les condicions d'Europa, satèl·lit de Júpiter. La podem relacionar a continuació amb les activitats 16 i 17 plantejant com serien els éssers vius que es podrien haver desenvolupat en aquest entorn.

Tancament

ESTEM SOLS A L'UNIVERS?

- L'activitat 18 comporta l'elaboració del producte final. Abans de començar, cada grup pot presentar als companys un petit guió del contingut. A partir de les aportacions d'altres grups, es perfilaria la forma definitiva de la infografia. El model a escala serà l'elaborat en les activitats 4 i 6.
- El tractament de l'**ODS 14** en l'activitat 19 i la redacció d'un article sobre la cerca de vida extraterrestre, conduïda per preguntes guia de l'activitat 20, serviran per mobilitzar els coneixements adquirits al llarg de la situació d'aprenentatge. Es poden introduir a partir del comentari dels aspectes que s'han anat treballant en les sessions anteriors i utilitzar-se com a activitats individuals avaluable.

Com a tancament, s'ha de proposar a l'alumne una avaluació final, que pot ser en formats diferents, que

ha de respondre als punts indicats en l'apartat **Aprendràs a...**

Com a recurs per a l'avaluació final, oferim **preguntes en format digital**, creades a partir dels criteris d'avaluació, que permetran valorar el grau d'adquisició de les competències específiques i dels sabers i destreses relacionats. També es facilita una **rúbrica d'avaluació final** que el docent pot adaptar i distribuir entre l'alumnat.

REVISA'T

Aquesta activitat final fomenta que l'alumnat sigui **autònom** en el seu aprenentatge i mantingui una **actitud crítica** sobre el coneixement i sobre les seves pròpies estratègies d'aprenentatge. També li servirà per valorar el seu grau de construcció de coneixement a partir de les idees prèvies.

Per completar l'aprenentatge, a més de les orientacions explicades, l'alumne pot consultar les fitxes de sabers i destreses del llibre de l'alumne següents, així com les fitxes d'adaptació curricular d'aquesta guia didàctica:

SABERS

- 10. El sistema solar
- 13. L'estudi de l'univers
- 15. Els fòssils
- 34. La morfologia cel·lular

35. El nucli eucariota

53. L'origen de la vida

DESTRESES

- 73. Correlació no implica causalitat
- 80. Treball en equip

Practicar +: Fitxa 1: L'univers i els seus components (p. 62). Fitxa 2: El sistema solar (p. 63).

Aprofundir +: La Terra a l'univers (p. 64).

1 I si trobéssim aigua a Mart, què passaria?

Saps més del que imagines

Per a mobilitzar els coneixements previs de l'alumnat sobre la cerca de vida extraterrestre, preguntar si consideren que és possible que hi hagi vida en altres planetes i si creuen que, en cas que n'hi hagués, seria semblant a la que coneixem.

Que venen els marcians!... o hi anem nosaltres?

1. Aquesta activitat, que no té una resposta correcta, serveix per a identificar el punt de partida de l'alumnat i reflexionar sobre la possibilitat de vida extraterrestre i la seva tipologia.
2. A la *Viquipèdia* es pot consultar una llista completa de les missions a Mart i els resultats de cadascuna.

Per què ens atreu Mart?

3. **Estrella:** astre format per gasos, especialment hidrogen i heli, amb forma esfèrica i a l'interior de la qual es produeixen reaccions que alliberen llum i calor (Sol). **Planeta:** cos sòlid que descriu una òrbita al voltant d'una estrella i domina gravitatòriament aquesta òrbita (Júpiter). **Planeta nan:** cos de forma més o menys esfèrica que orbita una estrella, però que no té capacitat d'excloure altres cossos de la seva òrbita (Plutó, Ceres, etc.). **Satèl·lit:** cos celeste que gira al voltant d'un planeta (Ganimedes, Deimos, etc.). **Asteroide:** objecte sòlid de forma irregular, més petit que un planeta i que orbita una estrella (per exemple, Flora). **Cometa:** cos celeste compost per gel, de forma irregular, que orbita excèntricament una estrella. **Meteorit:** cos sòlid provinent de l'espai que penetra a l'atmosfera de la Terra i n'ateny la superfície.

4.

	Mercuri	Venus	Terra	Mart	Júpiter	Saturn	Urà	Neptú
Distància mitjana al Sol (km)	57 900 000	108 200 000	149 600 000	227 900 000	778 500 000	1 434 000 000	2 871 000 000	4 495 000 000
Diàmetre (km)	4878	12 104	12 756	6787	143 800	120 660	52 290	49 500
Rotació (hores terrestres)	1392	2784	24	24,6	10	10,5	14,2	16
Translació (dies terrestres)	88	225	365	687	4333	10 760	30 685	60 190
Temperatura mitjana (°C)	250	460	15	-46	-110	-140	-195	-200
Atmosfera	Sense atmosfera	Diòxid de carboni, nitrogen i diòxid de sofre	Nitrogen i oxigen	Diòxid de carboni i nitrogen	Hidrogen i heli	Hidrogen i heli	Hidrogen, heli i metà	Hidrogen, heli i metà
Satèl·lits	0	0	1	2	78	82	27	14

a) i b) Diàmetres aproximats dels models de planetes: Mercuri, 2 cm; Venus, 4,8 cm; Terra, 5,1 cm; Mart, 2,7 cm; Júpiter, 57,5 cm; Saturn, 48,3 cm; Urà, 20,9 cm; Neptú, 19,8 cm.

c) El diàmetre del Sol és d'1 392 700 km; per tant, a escala 1:250 000 000 mesuraria 557 cm.

5.

	Mercuri	Venus	Terra	Mart	Júpiter	Saturn	Urà	Neptú
km	57 900 000	108 200 000	149 597 870,7	227 900 000	778 500 000	1 434 000 000	2 871 000 000	4 495 000 000
UA	0,39	0,72	1,00	1,52	5,20	9,59	19,19	30,05

6. a) i b) Resposta oberta en funció de les mesures de l'aula.
- c) Els planetes més propers al Sol (planetes interiors o terrestres) són més petits i càlids, de superfície sòlida i atmosfera poc massiva i tenen pocs satèl·lits. Els més allunyats (planetes exteriors o jovians) són de mida molt més gran i més freds, amb atmosferes massives basades en hidrogen i heli i posseeixen un nombre gran de satèl·lits.
7. Les atmosferes de Mart i la Terra es componen de gasos pesats, a diferència de les dels planetes jovians, que estan compostes bàsicament d'hidrogen i heli. Les composicions aproximades són:

Gas	% atmosfera de la Terra	% atmosfera de Mart
Nitrogen	77	3
Oxigen	21	0
Diòxid de carboni	0	95
Argó	1	1,6
Altres	1	0,5

El component principal de l'atmosfera terrestre és el nitrogen, mentre que a Mart és el diòxid de carboni. L'abundància tan important d'oxigen a l'atmosfera terrestre es deu a l'activitat dels organismes fotosintètics.

8. Resposta oberta. Mart presenta un atractiu important per a les agències espacials perquè es tracta d'un planeta relativament proper. És una mica més petit que la Terra, però semblant en molts aspectes, la qual cosa el converteix en el candidat ideal perquè s'hi pogués haver desenvolupat una forma de vida semblant a la del nostre planeta.

Què ens alerta de la presència de vida?

9. a), b) i c) Bàsicament, les característiques dels éssers vius serien: composició química basada en aigua i matèria orgànica (fonamentada en el carboni); estructuració en cèl·lules, intercanvi de matèria i energia amb el medi (funció de nutrició); relació amb el medi mitjançant la captació d'estímuls externs i el subministrament de respostes (funció de relació), i capacitat de generació de còpies de si mateixos (funció de reproducció).
10. a) L'aigua és el medi en el qual es donen les reaccions químiques que constitueixen el metabolisme dels éssers vius. A més, s'utilitza com a substrat en certes reaccions, com la fotosíntesi, en el transport de nutrients i substàncies de rebuig i en la termoregulació dels organismes de sang calenta.

b) Resposta oberta. En la infografia s'han de representar els processos d'evaporació, condensació, precipitació, infiltració i escurament.

11. Resposta oberta. Les dues primeres fotografies presenten els efectes erosius de la circulació de l'aigua per la superfície del planeta: el Gran Canyó del Colorado a la Terra i el Valles Marineris a Mart. La segona parella d'imatges mostra els dipòsits sedimentaris produïts per les aportacions dels rius a la seva desembocadura: el delta del riu Saskatchewan a la Terra i el delta de l'Eberswalde a Mart. Tots dos fenòmens atesten la presència d'una circulació superficial d'aigua a Mart en temps passats.
12. La matèria orgànica és el tipus de material que compon els éssers vius i està constituïda per una diversitat gran de compostos de carboni, més o menys complexos, que podem dividir en glúcids, lípids, proteïnes i àcids nucleics.
13. La teoria d'Oparin i Haldane intenta explicar l'origen abiogenètic (sense intervenció dels éssers vius) de la matèria orgànica en les etapes inicials d'existència del planeta a partir de la interacció dels gasos de l'atmosfera primitiva, que reaccionarien entre ells per efecte de la radiació, les descàrregues elèctriques dels llamps, etc. Aquestes reaccions donarien com a resultat compostos orgànics simples. El muntatge de la il·lustració presenta l'experiència de Miller i Urey, que recrea les condicions de l'atmosfera primitiva per a demostrar aquesta teoria.
14. Resposta oberta. Una biofirma consisteix en la presència d'un compost químic o una estructura física determinats que únicament s'han pogut originar a partir de l'activitat present o passada dels éssers vius, de manera que aporten indicis de la presència de vida en aquell entorn. L'anàlisi de roques marcianes per part del robot explorador Perseverance sembla haver detectat molècules orgàniques, que podrien constituir una biofirma.

Hi deu haver vida en altres astres?

15. Resposta oberta. En les fumaroles oceàniques, conseqüència de l'activitat volcànica sota la mar, seria possible la formació de compostos orgànics per processos abiogenètics, la qual cosa presentaria un escenari nou possible per a l'origen dels éssers vius. Europa, el satèl·lit de Júpiter, es troba cobert per una capa de gel sota la qual hi hauria un oceà d'aigua líquida. L'activitat volcànica en aquest oceà podria portar associada la formació de matèria orgànica per processos similars al de les fumaroles oceàniques.
16. Resposta oberta. Les condicions inclourien un interval de temperatures determinat, la presència d'aigua en estat líquid, la disponibilitat de carboni per a la síntesi de molècules orgàniques, una edat suficient perquè els processos haguessin tingut lloc, etc.

Solucionari

Situacions d'aprenentatge

17. a) Es considera actualment que la vida a la Terra va poder aparèixer en forma d'organismes procariotes fa uns 4000 milions d'anys. La cèl·lula eucariota, tanmateix, devia aparèixer per primera vegada fa aproximadament 1500-2000 milions d'anys.
- b) Resposta oberta. Probablement es tractaria d'organismes microscòpics unicel·lulars semblants als bacteris del planeta Terra. L'evolució de formes més complexes sembla molt més improbable i difícil, a més d'estar condicionada pels esdeveniments de la història particular de cada planeta.
- c) Resposta oberta. Difícilment pot ser així, ja que cada organisme del nostre planeta és la resposta a una sèrie de condicions i esdeveniments que s'han anat donant al llarg de la seva història evolutiva i resultaria extremadament improbable que haguessin estat els mateixos exactament als dos planetes.

Estem sols a l'univers?

18. a) i b) Resposta oberta. En l'exposició es reutilitza part del material que s'ha anat elaborant en les diverses activitats al llarg de la situació d'aprenentatge.
19. Resposta oberta. Caldria posar l'accent en la importància de les grans masses d'aigua en l'origen, el desenvolupament i la conservació de la biosfera al nostre planeta. També és important comentar els impactes principals que tenen les activitats humanes sobre aquestes masses d'aigua, especialment la sobreexplotació pesquera i els abocaments contaminants.
20. Resposta oberta. La informació de partida per a l'article s'obtindria al llarg de tota la situació d'aprenentatge.

Practicar +: L'univers i els seus components

1. Indica per què creus que a les galàxies també se les anomena *campes d'estrelles*.

- Perquè les galàxies es transformen en estrelles.
- Perquè a les galàxies els astres majoritaris són les estrelles.
- Perquè les galàxies només estan formades per estrelles.

2. Les frases següents són falses. Reescriu-les correctament.

a) Hi ha més matèria fora de l'univers.

b) L'univers es va formar fa 13 700 anys.

c) El fenomen a partir del qual es va formar l'univers és conegut com a Prehistòria.

d) L'univers s'estructura a partir d'unes unitats bàsiques, les estrelles.

e) Totes les estrelles d'una galàxia tenen un lloc fix i no es mouen.

3. Completa les frases amb les paraules següents:

distància – heli – Sol – al voltant – gasos – llum – unitat – planetes – sense – temperatures – estrelles

- Les _____ estan formades per gran quantitat d'hidrogen i _____. Aquests _____ reaccionen i generen _____ i altes _____.
- Una _____ astronòmica equival a la _____ que hi ha entre el _____ i la Terra.
- Els _____ són astres _____ llum pròpia que giren _____ d'una estrella.

4. Dibuixa el moviment de translació d'un planeta. Quin altre tipus d'astre et cal dibuixar?

Practicar +: El sistema solar

1. Marca la resposta correcta en cadascun dels enunciats.

a) El nom de la nostra galàxia és:

- Via Làctia sistema solar big-bang

b) El sistema solar és:

- una galàxia un planeta un sistema planetari

c) El Sol és:

- un planeta interior un estel groc un asteroide

d) Júpiter, Saturn, Urà i Neptú són:

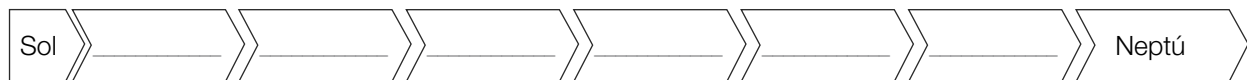
- planetes interiors planetes gegants estrelles

e) El temps de translació dels planetes interiors és:

- inferior a dos anys superior a dos anys superior a cinc anys

2. Ordena els planetes del sistema solar del més proper al més llunyà al Sol.

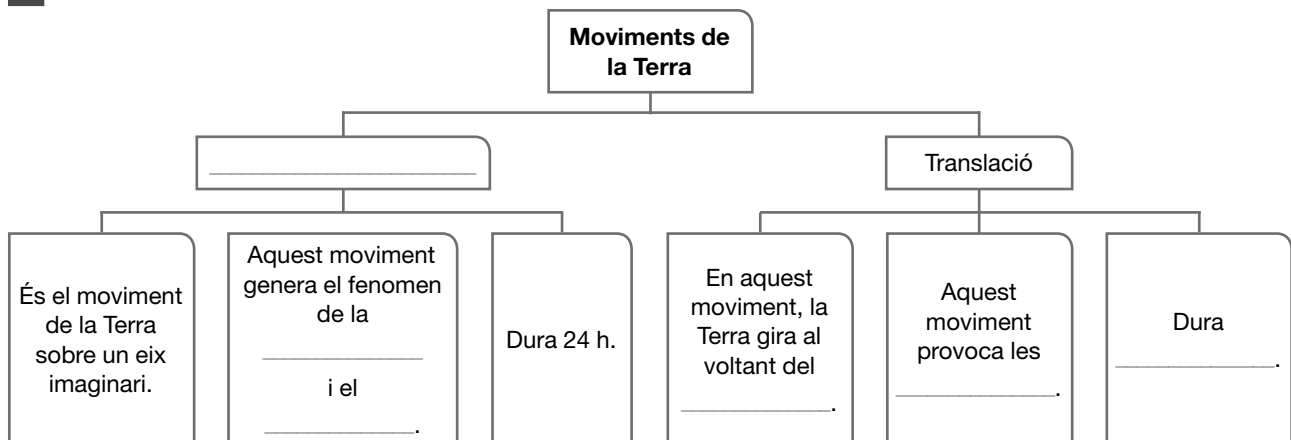
Saturn – Mart – Venus – Mercuri – la Terra – Júpiter – Urà



3. Relaciona amb fletxes els components del sistema solar amb els seus noms i amb les seves característiques.

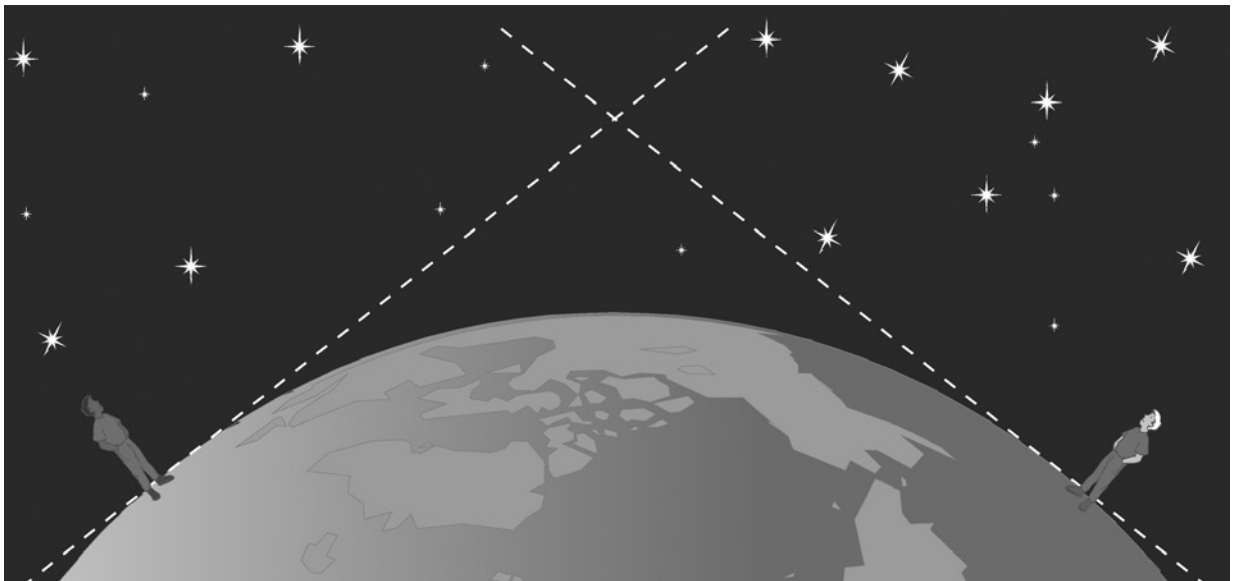
Estrella	Mercuri, Venus, Terra i Mart	Temperatura superficial molt baixa. No tenen satèl·lits naturals o en tenen molt pocs.
Planetes interiors	El Sol	S'agrupen en zones concretes del sistema solar. Emet la llum i la calor que permeten la vida a la Terra.
Planetes gegants	Planetes nans, asteroides i cometes	Són rocosos i de mida relativament petita. Té 1 400 000 km de diàmetre.
Astres menors	Saturn, Júpiter, Urà i Neptú	Tenen molts satèl·lits naturals. Són gasosos i de mida gran.

4. Completa l'esquema següent amb les paraules adequades:



Aprofundir +: La Terra a l'univers

1. La unitat de distància a l'univers és l'any llum, o sigui, l'espai que la llum recorre en un any. L'estrella més propera, Alfa Centauri, es troba a 4,28 anys llum de nosaltres i la galàxia més propera, el Gran Núvol de Magallanes, a 170 000 anys llum.
 - a) Quant triga la llum d'aquests astres a arribar a la Terra?
 - b) Si un estel es troba a 1000 anys llum de la Terra i els científics calculen que d'aquí a 500 anys s'observarà des del nostre planeta com aquest estel s'apaga, existeix aquest estel actualment? Justifica la resposta.
2. Pensa detingudament i respon les qüestions següents:
 - a) Si la Terra no tingués moviment de rotació, quines serien les conseqüències directes sobre el planeta? Tenint en compte el moviment de translació de la Terra, creus que hi hauria cap punt del planeta que no arribés a rebre llum solar?
 - b) Observa els dibuixos de la pàgina 36 del teu llibre. Quin és el dia més llarg de l'any a la península Ibèrica? I a l'Argentina? Justifica la resposta.
3. L'observació del firmament va donar les primeres pistes a molts savis de l'Antiguitat sobre la forma i els moviments de la Terra. Pitàgores, en el segle VI a. C., va raonar que la Terra devia ser una esfera, perquè des de llocs diferents no es veien els mateixos estels.



Els interrogants següents també s'expliquen per la forma o pels moviments de la Terra. Fes en cada cas un dibuix que mostri aquesta explicació.

- a) Per què no es veuen els mateixos estels a l'estiu i a l'hivern?
- b) Per què el Sol està més alt en el cel a l'estiu que a l'hivern?
- c) Per què en un mateix moment els rajos solars són perpendiculars al terra a l'equador i oblics en un altre lloc?

EL PLANETA TERRA

SABERS I DESTRESES

Fitxa 8

1. Una galàxia és una agrupació d'estels i altres cossos celestes que donen voltes al voltant d'un eix central imaginari.

Existeixen diferents tipus de galàxies: espirals, el·líptiques i irregulars. Les galàxies espirals presenten els seus components formant un nucli central del que parteixen diferents prolongacions o braços. Les galàxies el·líptiques estan formades per astres que giren constituint un cercle aplatat. Les galàxies irregulars formen una massa irregular i desordenada.

2. El Gran Núvol de Magallanes, en anglès LMC, és una galàxia de tipus irregular que orbita al voltant de la Via Làctica. Es troba a uns 179.000 anys llum de la Terra i pot observar-se des de l'hemisferi sud del nostre planeta. Majoritàriament, està constituïda per diferents nebuloses que es troben disposades de forma irregular.

Andròmeda és una galàxia de tipus espiral que es troba a 2.500.000 anys llum de la Terra. És la galàxia geganta més propera a la Via Làctica i brilla molt més que aquesta. Posseeix nombrosos cúmuls estel·lars.

La Via Làctica és una galàxia de tipus espiral amb un cos central que, vist des del planeta Terra, té aspecte lechoso, d'aquí el seu nom. És una galàxia de gran grandària on els diferents materials que la formen es troben en moviment de rotació al voltant del seu centre.

3. L'estel polar és un estel supergigante groga situada en l'extrem de la cua de la constel·lació de l'Óssa Menor, en la qual destaca per la seva lluentor. És l'estel més proper a l'eix de rotació de la Terra i el seu nom es deu al fet que la seva ubicació en el firmament ens ajuda a situar el pol nord. Es troba a una distància de 431 anys llum.
4. Rigel, Sirius, Polar, Sol, Arturo i Betelgeuse. Amb el pas dels anys, la temperatura dels estels disminueix i el seu color canvia de blau a blanc, groc, taronja i, finalment, vermell.
5. Els dos moviments característics d'un planeta són el de translació i el de rotació. El moviment de translació és el que produeix un planeta en desplaçar-se al voltant d'un estel recorrent un trajecte de forma el·líptica. El moviment de rotació no descriu trajectòria alguna, ja que és aquell que realitzen els planetes en girar sobre si mateixos, sobre el seu propi eix. Sol ser major el període de translació que el de rotació.

Fitxa 9

1. El sistema solar es va originar fa uns 4600 milions d'anys pel col·lapse, a causa de la **gravetat**, d'un núvol molecular. Els materials van ser atrets cap al centre, la qual cosa va provocar un moviment de rotació. Els xocs entre els àtoms van causar un augment de temperatura, especialment al centre, on es va formar una protoestrella. L'acumulació de matèria en ella va aconseguir tal magnitud, que l'enorme **gravetat** associada va desencadenar l'inici de reaccions de fusió nuclear en el seu interior, donant origen a un nou estel: el Sol.

Els materials que orbitaban al voltant de la protoestrella, en el denominat *disc protoplanetari*, van xocar entre si generant petites partícules de pols que es van veure atretes mútuament i van donar lloc als **planetesimals** per un procés d'acreció. Els planetesimals van ser col·lisionant entre si i incrementant la seva grandària en incorporar el seu material als nous astres amb cada col·lisió, i van originar planetes.

2. Des de la superfície de la Terra fins a una profunditat de 35 km, estaríem en l'escorça, que és part de la litosfera formada per roca sòlida constituïda per silicats que contenen Si, O, Al, Na, K i Ca.

Des dels 35 km fins als 120 km, ens trobaríem en la part del mantell superior que correspon a la litosfera. Això és, trobaríem roca sòlida formada per silicats que contenen Si, O, Fe i Mg.

Des dels 120 km fins als 240 km, trobaríem l'astenosfera, part del mantell superior formada per silicats que contenen Si, O, Fe i Mg, que estan parcialment fosos.

Des dels 240 km fins als 2900 km, estaríem en la mesosfera, que comprèn la resta del mantell. Està formada per silicats que contenen Si, O, Fe i Mg en estat sòlid.

Des dels 2900 km fins als 5100 km passaríem pel nucli extern o endosfera externa, que conté Fe i Ni fosos.

Des dels 5100 km fins als 6000 km ens trobaríem en el nucli intern o endosfera interna, que conté Fe i Ni sòlids.

Fitxa 10

1. El Sol és un estel groc; per tant, és de mitja edat. Conforme passen els anys, la seva temperatura disminuirà i canviarà el seu color de groc a taronja i, finalment, a vermell.
2. Planetes terrestres: Mercuri, Venus, la Terra i Mart. Planetes gasosos: Júpiter, Saturn, Urà i Neptú.

Els planetes terrestres són de grandària petita i de na-

turalosa rocosa, mentre que els planetes gegants són de grandària gran i de naturalesa gasosa. Els planetes terrestres presenten una temperatura superficial elevada i un període de translació que no sobrepassa els dos anys, mentre que els planetes gegants presenten una temperatura superficial baixa i el seu període de translació és superior als dos anys. Els planetes terrestres presenten pocs o cap satèl·lit i, en canvi, els planetes gegants tenen un gran nombre de satèl·lits.

3. De menor a major grandària: Mart, Venus, Urà i Saturn.
 - Segons el nombre de satèl·lits: Venus (0), Mart (2), Urà (27) i Saturn (82).
 - Segons la proximitat al Sol: Venus, Mart, Saturn, Urà. Així, sembla que a major grandària, major nombre de satèl·lits i, d'igual forma, els més llunyans al Sol són també els més grans.
4. Un planeta sempre es troba associat a un estel al voltant de la qual orbita. D'altra banda, els satèl·lits sempre es troben girant al voltant d'un altre cos celeste, generalment planetes.
5. El cinturó de Kuiper està format per nombrosos cossos rocosos i gelats, de grandàries molt diverses, entre els quals destaquen alguns planetes nans, com Plutó i Eris. El núvol d'Oort és una regió esfèrica més enllà del cinturó de Kuiper de la qual semblen procedir la majoria dels estels.

Fitxa 11

1. Inicialment es creia que la Terra era plana i limitada per un gran penya-segat pel qual es precipitava el mar. La demostració de la teoria que la Terra era esfèrica no va arribar fins al segle XVI, quan Juan Sebastián Elcano circumnavegà el planeta.
2. El Sol no es desplaça al voltant de la Terra, sinó que la Terra realitza un moviment de rotació sobre si mateixa. Aquest moviment de rotació és el que, vist des de la Terra, ens fa creure que és el Sol el que es mou. Així que, des de la Terra en moviment de rotació, sembla que el Sol surt per l'est.
3. La successió del dia i la nit és el resultat de la rotació de la Terra, de manera que quan el Sol il·lumina una meitat de la Terra, i allí és de dia, l'altra es troba a les fosques, de nit. En passar les hores, el moviment de rotació provoca que la cara que abans estava il·luminada progressivament s'enfosqueix, fent-se de nit, i viceversa.

Les estacions de l'any són conseqüència del moviment de translació de la Terra i de la inclinació del seu eix de rotació respecte a l'òrbita de la Terra. D'aquesta forma, els rajos solars incideixen sobre un punt de la superfície de la Terra amb diferent inclinació al llarg de l'any i, al seu torn, també varien les hores d'insolació.

4. En el Polo Nord fa més fred que en l'equador perquè

els rajos solars incideixen en el Polo Nord de forma obliqua, de manera que no escalfen tant la superfície com en l'equador, on incideixen molt més perpendicularment. En el Polo Nord, els rajos cobreixen una major superfície terrestre comparat amb l'equador, per la qual cosa acaben escalfant menys la superfície terrestre.

5. Perquè, per a un mateix lloc, les hores totals d'insolació i la intensitat d'aquesta varien al llarg de l'any, de manera que en les èpoques de major insolació fa més calor, i viceversa. Això és a causa de la inclinació de l'eix de rotació respecte a l'òrbita terrestre.
6. El planeta Terra triga 365 dies, 6 hores i 9 minuts a realitzar el moviment de translació, una volta completa al Sol. Aquest període de temps es coneix amb el nom comú d'any. D'altra banda, el temps que triga la Terra a fer un volt sobre si mateixa, és a dir, a completar el moviment de rotació, és de 24 hores i es coneix amb el nom comú de *dia*.

Fitxa 12

1. Els moviments de rotació i translació de la Lluna duren el mateix temps, 28 dies.
 - Com tots dos moviments coincideixen, a mesura que la Lluna gira al voltant de la Terra, també gira sobre si mateixa, de tal forma que sempre es troba orientada cap a la Terra la mateixa part de la Lluna i, per tant, sempre veiem la mateixa cara de la Lluna.
2. En un eclipsi de Sol, la Lluna se situa entre la Terra i el Sol, i a més en un mateix pla, de manera que s'interposa en el recorregut de la llum solar i ens impedeix veure el Sol.

Durant la fase de lluna nova, la Lluna també se situa entre la Terra i el Sol, però sense alinear, de manera que no ens impedeix veure el Sol. La Lluna, a més, mostra la seva cara no il·luminada i per aquest motiu no la veiem.

3. L'altura de les mareas és major com més gran és la massa d'aigua sotmesa a les atraccions de la Lluna i el Sol. Per aquest motiu, les mareas del mar Mediterrani són molt menors que les de l'oceà Atlàntic, ja que la massa d'aigua d'aquest mar és molt menor que la de l'oceà.

Fitxa 13

1. El model heliocèntric, a diferència del geocèntric ptolemaico, plantejava que era el Sol el que ocupava el centre del sistema solar i la resta dels planetes, inclosa la Terra, orbitaban a la seva al voltant. Aquest model, malgrat haver estat presentat anteriorment per Aristarc de Samos al segle III a. C., no va ser acceptat, ja que és un model antiintuitiu, doncs el moviment de la Terra no ens resulta perceptible, a diferència del

moviment aparent del Sol. Igualment, la visió geocèntrica apareixia plasmada en la Bíblia (Josué ordena parar-se al Sol per poder continuar una batalla en Josué 10:12). Tractant-se d'una societat dominada per l'Església, amb una visió literal dels textos bíblics, el model heliocèntric qüestionava l'autoritat dels llibres sagrats.

2. L'estel polar és una supergigante groga, situada en l'extrem de la cua de la constel·lació de l'Óssa Menor, en la qual destaca per la seva lluentor. És l'estel més proper a l'eix de rotació de la Terra i el seu nom es deu al fet que la seva ubicació en el firmament ajuda a situar el Polo Nord.
3. Els aminoàcids són molècules basi en la composició dels éssers vius, concretament de les proteïnes. Encara que s'ha descobert que almenys alguns poden originar-se per reaccions abiogéniques, que no requereixen la intervenció dels éssers vius, segueixen considerant-se biomarcadores, és a dir, molècules que poden indicar la presència o la possibilitat d'aparició d'éssers vius.
4. Els extremófilos són microorganismes adaptats a condicions extremes de temperatura, acidesa, salinitat, etc., al planeta Terra. La seva existència amplia el rang de condicions en les quals pot desenvolupar-se i existir la vida.
5. En 1984 es va trobar en l'Antàrtida el meteorit ALH 84001 i es va determinar que procedia de Mart gràcies a la seva composició química. Els astrònoms creuen que es va desprendre del planeta a causa d'una col·lisió amb un altre cos celeste que propulsà a l'espai material que posteriorment va captar la Terra.

En 1996 els científics van creure identificar en ell fòssils d'una possible vida microbiana marciana que constituïrien la prova de l'existència de vida primitiva en Mart. No obstant això, la grandària d'aquestes estructures, molt inferior al dels bacteris terrestres més petites, així com altres consideracions sobre la possibilitat que es tracti d'estructures merament geològiques, han posat en dubte aquesta afirmació.

Activitats de consolidació

1. Resposta orientativa. L'univers es va formar fa uns 13700 milions d'anys com a resultat d'un procés inicial denominat *Big Bang*, una gran explosió en la qual es va formar tota la massa i l'energia de l'univers. A continuació, l'univers es va expandir en totes adreces i la matèria, a causa de les forces d'atracció gravitatòria, es va agrupar i va originar els primers estels, planetes i galàxies.
2. El sistema solar, en el qual es troba el planeta Terra, és un dels sistemes planetaris de la Via Làctica. Es tracta d'una galàxia espiral de 100000 anys llum de diàmetre amb uns 100000 milions d'estels. El sistema solar es localitza en un dels braços de la galàxia a uns 30000 anys llum del seu centre.
3. Blau, blanca, groga, taronja i vermella. El Sol és un estel groc.
4. Un estel és un astre de forma esfèrica constituït per grans quantitats de gasos i en l'interior dels quals es produeixen reaccions nuclears que alliberen gran quantitat d'energia, part d'ella en forma de llum i de calor. Un planeta és un astre esfèric, sense llum pròpia, que pot estar constituït per diferents materials. Els planetes giren al voltant d'un estel en una òrbita el·líptica.
5. a) Una supernova és l'explosió d'un estel. Una nana blanca és un estel que s'ha refredat.
b) El Sol no pot extingir-se en una supernova perquè no posseeix suficient massa; les supernoves es produeixen en estels que tenen com a mínim cinc vegades la massa del Sol.
c) Afavorirà la diversitat interestel·lar i formarà ones de xoc que provocaran l'aparició de nous estels.
6. a)
$$26 \text{ anys llum} \cdot \frac{9,4608 \cdot 10^{12} \text{ km}}{1 \text{ any llum}} = 245,9808 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

L'estel Vega es troba a $245,9808 \cdot 10^{12} \text{ km}$ de distància del planeta Terra.
b) $1 \text{ minut} = 60 \text{ segons}$. $1 \text{ minut llum} =$
$$= 60 \text{ s} \cdot \frac{300 \text{ 000 km}}{1 \text{ s}} = 18 \cdot 10^6 \text{ km}$$

 $1 \text{ hora} = 60 \text{ minuts}$. $1 \text{ hora llum} =$
$$= 60 \text{ minuts} \cdot \frac{18 \cdot 10^6 \text{ km}}{1 \text{ minut}} = 10,8 \cdot 10^8 \text{ km}$$

Una hora llum equival a $10,8 \cdot 10^8 \text{ km}$ i un minut llum equival a $18 \cdot 10^6 \text{ km}$.
7. Fa uns 5000 milions d'anys, el sistema solar estava format pel protosol, que més tard es convertiria en el Sol. El protosol estava envoltat del disc protoplanetari, un disc de gas i pols molt concentrada que girava a la seva al voltant. Quan el Sol va començar la seva activitat nuclear, va emetre energia suficient per dispersar les partícules del disc. Aquestes partícules es van unir a causa de les forces d'atracció gravitatòria i van formar petits cossos sòlids, els planetèsimos. Alguns d'aquests cossos es van agregar, al seu torn, i van formar els planetes. Els planetèsimos que no es van agregar són els actuals asteroides i meteorits.
8. Estel: Sol. Planetes: Mercuri, Venus, la Terra i Mart (planetes interiors o rocosos); Júpiter, Saturn, Urà i

Neptú (planetes gasosos o exteriors). Satèl·lits: la Lluna i uns altres en els altres planetes. Asteroides: cinturó d'asteroides entre Mart i Júpiter. Planetes nans: Plutó i Eris, que estan en el cinturó de Kuiper, i Ceres, que es troba en el cinturó d'asteroides. Estels: la majoria dels estels, com l'Halley, semblen procedir del núvol d'Oort.

9. Un asteroide es transforma en meteorit al moment en què deixa d'orbitar al voltant d'un estel i col·lisiona amb un planeta o un altre astre.
10. La temperatura de la superfície terrestre depèn de les hores d'insolació i la inclinació dels rajos de Sol que incideixen sobre la superfície de la Terra. A més hores

d'insolació, major és l'increment de la temperatura. D'altra banda, si els rajos de Sol incideixen de forma obliqua sobre la superfície, escalfen menys que quan incideixen perpendicularment perquè es cobreix un àrea major de la superfície.

11. Resposta gràfica. La informació que ha de contenir la fitxa és la següent: galàxia: Via Làctica; sistema planetari al que pertany: sistema solar; distància al Sol: 150 milions de quilòmetres; durada dels seus moviments: rotació: 24 h; translació: 1 any; forma: geoide; dimensions: 12 700 km de diàmetre.

12.

	Primavera	Estiu	Tardor	Hivern
Moviment del planeta	Translació			
Hores de llum/foscor	Més llum i menor foscor	Més llum i menor foscor	Més llum i menor foscor	Més foscor i poca llum
Incidència dels rajos de sol	Lleugerament inclinats	Verticals	Lleugerament inclinats	Molt inclinats
Temperatura	En ascens	Altes	En descens	Baixes
Equinocci o solstici	equinocci	solstici	equinocci	solstici
Data d'inici	20-21 març	20-21 juny	22-23 setembre	21-22 desembre

13. Durant la fase de lluna nova, la Lluna se situa entre la Terra i el Sol, però en diferent plànol. La cara il·luminada de la Lluna és la que mira cap al Sol, mentre que la cara no il·luminada és la que mira cap a la Terra i per aquest motiu no la veiem. En un eclipsi, la Terra s'interposa entre el Sol i la Lluna, de manera que la llum solar no es reflecteix sobre la superfície del satèl·lit i deixa de ser visible.
14. a) Totes les galàxies són agrupacions d'estels, planetes i altres astres, disposats en forma d'espiral, el·líptica o irregular.
 - b) La vida de tot estel transcorre des del seu origen com a estel blau fins que es converteix en un estel vermell.
 - c) Els planetes presenten dos moviments: un de translació al voltant d'un estel i un de rotació al voltant de si mateixos.
 - d) En el cas del sistema solar, els materials del disc protoplanetari van donar lloc als planetesims.
 - i) L'única diferència entre els planetes i els planetes nans és que els segons comparteixen la seva òrbita amb altres astres.

f) Diem que hi ha una cara oculta de la Lluna perquè aquesta cara mai mira cap a nosaltres.

g) En les marees, el nivell de l'aigua augmenta en direcció a la Lluna en la cara de la Terra que mira al satèl·lit i en la cara oposada.

15. Resposta gràfica. L'alumnat ha d'assenyalar com a moviment de rotació la fletxa que indica un gir al voltant de l'eix terrestre i com a moviment de translació la línia el·líptica al voltant del Sol.

El moviment de rotació dura 24 hores i el de translació, aproximadament un any; el moviment de rotació provoca la successió del dia i la nit, mentre que el de translació dóna lloc a les estacions.

16. Terrestres: Mercuri, Venus, la Terra i Mart; gegants: Júpiter, Saturn, Urà i Neptú.
17. Sempre veiem la mateixa cara de la Lluna a causa que el període de rotació de la Terra i el període de translació de la Lluna són iguals.
18. a), b) i c) Resposta gràfica. L'alumnat ha de realitzar un esquema similar al de la successió del dia i la nit de la pàgina 130 del llibre de l'alumne. En el primer dibuix

ha d'apreciar-se com en la part de la Terra il·luminada pel Sol és de dia (per exemple, en la Península Ibèrica), mentre que en la part no il·luminada és de nit. En el següent dibuix, corresponent a les mateixes zones dotze hores més tard, hem de veure com la Terra ha girat i en la Península Ibèrica és de nit, mentre que a Austràlia, on abans era de nit, és de dia.

19. El 21 de juny, la radiació solar incideix sobre la superfície terrestre de forma més obliqua a Argentina que a Japó i, sobretot, la nit a Argentina dura més hores que a Japó. Així, a Argentina el dia té poques hores de sol i, per tant, fred (és hivern). En canvi, a Japó, les hores d'insolació són moltes i les temperatures, més altes (és estiu).
20. Les òrbites dels planetes presentarien aproximadament el mateix plànol, ja que es van generar a partir del disc protoplanetari original i, per tant, en el seu plànol.
21. Els astrònoms consideren que els asteroïdes són restes de material (protoplanetas) que no van arribar a constituir un planeta. Per tant, la seva composició informa sobre el tipus de materials que, gràcies al procés d'acreció, van originar els cossos planetaris.
22. En primer lloc, es tracta d'un planeta petit, de poca massa, per la qual cosa la seva gravetat no pot retenir els gasos que constitueixen l'atmosfera, que escapen a l'espai. Aquest procés es veu accentuat per la seva proximitat al Sol, que fa que la seva temperatura sigui molt alta, accelerant així les partícules gasoses i facilitant la seva fuga. D'altra banda, la proximitat al Sol i la inexistència d'un camp magnètic propi fan que el vent solar, el flux de partícules emeses pel Sol, arrossegui l'atmosfera, privant-ho d'ella.
23. Mentre que el nucli intern de la Terra es compon de ferro i níquel en estat sòlid, l'extern, àdhuc tenint la mateixa composició, es troba en estat líquid. El moviment d'aquest material metàl·lic líquid al voltant del nucli metàl·lic sòlid intern probablement és el responsable de l'aparició d'un camp magnètic.
24. La Terra recentment formada va rebre l'impacte d'un protoplaneta de la grandària aproximada de Mart. Aquest xoc va arrencar una gran quantitat de material que va produir un anell entorn de la Terra que donaria origen a la Lluna. També va implicar el canvi de l'eix de rotació de la Terra als 23,5° actuals, la qual cosa va provocar l'origen de les estacions.
25. El nucli és la capa més gruixuda (nucli extern: 2250 km; nucli intern: 1221 km) i l'escorça, la més prima (7-70 km).
26. Els components principals dels planetes exteriors són l'hidrogen i l'heli. La seva estructura consisteix en un nucli de ferro i silicats envoltat d'una capa d'hidrogen i heli metàl·lics, una capa d'hidrogen i heli en estat líquid i una atmosfera gasosa d'aquests mateixos gasos.
27. Lluna plena: és el cas A. La Lluna es troba situada en el costat de la Terra oposat al Sol i des de la Terra veiem tota la Lluna il·luminada.

Eclipsi de Sol: és el cas D. En aquest cas, la Lluna està situada entre la Terra i el Sol i impedeix que la llum solar arribi a la superfície terrestre.

Cambra minvant: és el cas C. La Lluna es troba en un lateral de l'eix imaginari entre la Terra i el Sol, i solament podem veure mitjana cara de la Lluna il·luminada.

Lluna nova: és el cas I. La Lluna se situa en el costat de la Terra que mira al Sol i la part que està cap a la Terra no està il·luminada i, per tant, no veiem la Lluna.

Eclipsi de Lluna: és el cas B. La Terra s'interposa entre el Sol i la Lluna, de manera que s'aprecia un enfosquiment del satèl·lit a causa de l'ombra que li fa el nostre planeta.

28. A) Lluna nova. B) Cambra minvant. C) Lluna plena. D) Cambra creixent.

a) Es veuria lluna plena.

b) En la posició A podria produir-se un eclipsi de Sol sempre que la Lluna es trobés en el mateix plànol que el format pel Sol i la Terra.

29. Resposta gràfica i oberta. Els esquemes haurien de contenir la següent informació: Estiu (estació seca i altes temperatures): hemisferi nord: 21/06-22/09. Hemisferi sud: 21/12-21/03. Tardor (descens de temperatures, augment de precipitació, canvi de color de les fulles caduques): HN: 22/09-21/12, HS: 21/03-21/06. Hivern (dies curts, nits llargues, baixes temperatures): HN: 22/12-21/03; HS: 21/06-21/09. Primavera (augment progressiu de temperatura, precipitacions irregulars, rebroten les fulles en arbres de fulla caduca): HN 21/03-21/06; HS: 22/09-21/12.

30. Model geocèntric: Terra immòbil al centre; planetes amb òrbites circulars concèntriques; estels immòbils.

Model heliocèntric: Sol immòbil al centre; planetes amb òrbites circulars concèntriques; Terra gira sobre si mateixa; Lluna gira al voltant de la Terra; estels immòbils.

Model proposat per J. Kepler: Sol immòbil en el focus d'una el·lipse; planetes amb òrbites el·líptiques; Terra gira sobre si mateixa; Lluna gira al voltant de la Terra.

31. Els estels s'aprecien com a punts lluminosos parpallejants, mentre que la llum que reflecteixen els planetes parpalleja molt menys.

32. No, perquè la seva posició varia massa ràpid. Per orientar-nos mirant al cel, cal observar els estels, concretament l'Estel Polar, que està en una ubicació fixa en el cel nocturn i indica el pol nord geogràfic.

33. Cridem exoplanetes als planetes que orbiten un estel diferent del nostre Sol i, per tant, formen part de sistemes planetaris diferents al nostre. Existeixen quatre mètodes per a la seva detecció. El **mètode del trànsit** consisteix a detectar una disminució de la lluminositat de l'estel quan el planeta passa entre ella i l'observador, ocultant-la parcialment. El **mètode de la velocitat radial** o «tentinejo» consisteix que tot planeta exerceix sobre el seu estel una atracció gravitacional que provoca que aquesta es desplaci de posició lleugerament de manera periòdica a mesura que el planeta orbita al seu al voltant. Aquest moviment també pot ser detectat a partir del **mètode de l'astro-**

metria per un canvi en l'espectre de la llum que rebem de l'estel. El **mètode de la detecció òptica** consisteix a cancel·lar la llum que ens arriba de l'estel per poder detectar la reflectida pel planeta.

34. 1 any llum = $9,46 \cdot 10^{12}$ km

4,3 any llum = $4,068 \cdot 10^{13}$ km

$$\frac{4,068 \cdot 10^{13} \text{ km}}{324000 \text{ km/h}} = 125\,555\,555 \text{ h}$$

$$\frac{125\,555\,555 \text{ h}}{8760 \text{ h/any}} = 14\,332,8 \text{ anys}$$

No seria possible.

35. Resposta oberta. Caldria tenir en compte la possibilitat de bioquímiques diferents a la terrestre, la diversitat de les característiques del planeta en el qual es desenvolupés i la influència de l'atzar en el procés evolutiu de les formes de vida.

36. Resposta oberta.

GUIA DIDÀCTICA

Practicar +

Fitxa 1: L'univers i els seus components

1. La resposta correcta és la b.
2. a) L'univers està format per tot l'espai i la matèria que existeix.
b) L'univers es va formar fa uns 13 700 milions d'anys.
c) El fenomen a partir del com es va formar l'univers és conegut com a *Big Bang*.
d) L'univers s'estructura a partir d'unes unitats bàsiques, les galàxies.
i) Tots els elements d'una galàxia giren al voltant d'un eix central imaginari.
3. a) estels, heli, gasos, llum, temperatures.
b) unitat, distància, Sol.
c) planetes, sense, al voltant.
4. Resposta gràfica. Cal dibuixar un estel en un punt més o menys central i al seu al voltant, traçant una òrbita més o menys circular, el planeta.

Fitxa 2: El sistema solar

1. a) Via Làctica
b) un sistema planetari
c) un estel groc
d) planetes gegants
i) inferior a dos anys
2. Mercuri, Venus, la Terra, Mart, Júpiter, Saturn, Urà.

3. Planetes interiors: Mercuri, Venus, la Terra i Mart / Manquen de satèl·lits naturals o tenen molt pocs. / Són rocosos i de grandària relativament petita.

Planetes gegants: Saturn, Júpiter, Urà i Mercuri / Temperatura superficial molt baixa. / Tenen molts satèl·lits naturals. / Són gasosos i de gran grandària.

Astres menors: Planetes nans, asteroides i estels. / S'agrupen en zones concretes del sistema solar.

El Sol: Emet la llum i la calor que permeten la vida a la Terra. / Té 1 400 000 km de diàmetre.

4. *D'esquerra a dreta i de dalt a baix*: Rotació, nit, dia, Sol, estacions, un any.

Aprofundir +

Fitxa 1: La Terra en l'univers

1. a) La llum triga 4,28 anys des que s'emet en Alfa Centauri fins que s'observa al planeta Terra. Quant al Gran Núvol de Magallanes, triga 170 000 anys a recórrer la distància que ens separa.
b) Si dins de 500 anys s'observés des de la Terra com l'estel s'apaga, i aquest estel es troba a 1000 anys llum, podem concloure que en l'actualitat l'estel s'ha apagat. Si la llum que observem d'aquest estel triga 1000 anys a recórrer la distància que separa la Terra de l'estel, l'estel que ara mateix podem observar correspon a la llum que va ser emesa fa 1000 anys des de l'estel. Si els científics calculen que en 500 anys es podrà observar des de la Terra el seu últim centelleig i la llum triga 1000 anys a recórrer la distància, fa 500 anys que l'estel va emetre el seu últim centelleig de llum i, per tant, en aquest instant, l'estel no existeix tal com nosaltres la veiem.
2. a) Si la Terra no tingués moviment de rotació, no existirien el dia i la nit tal com els coneixem. Tota la superfície terrestre rebria llum solar al llarg de l'any, però, al no rotar el planeta, la durada d'un dia des de la sortida del Sol fins que tornés a sortir pel mateix punt seria d'un any sencer.
b) El dia més llarg en la Península Ibèrica és el 21 de juny, ja que, a causa de la inclinació de l'eix de rotació de la Terra, les hores d'insolació d'un punt de la superfície terrestre varien segons la posició de la Terra al llarg de la seva òrbita.

Per a l'hemisferi nord, el dia més llarg es produeix exactament el 21 de juny. En l'hemisferi sud, la situació és completament contrària i el dia més llarg es dona justament quan en l'hemisferi nord ens trobem amb el dia més curt, el 21 de desembre.

3. a) No es veuen els mateixos estels a l'estiu que a l'hivern, ja que, com podem observar en la figura de la pàgina 132 del llibre de l'alumne, la posició de la Terra en aquests dos moments és diferent i, per tant, la part de l'univers que s'observa quan arriba la nit difereix.
b) El Sol es veu més alt a l'estiu que a l'hivern a causa de la inclinació de l'eix de rotació respecte al plànol

de l'òrbita terrestre. Així, a l'estiu, els rajos de sol arriben més perpendiculars a la superfície terrestre i, per això, el Sol s'aprecia a més altura respecte a l'horitzó que a l'hivern.

- c) Els rajos solars són perpendiculars al sòl en un punt de la superfície terrestre mentre en un altre punt són oblics a causa de la curvatura que presenta la superfície del planeta. Si la superfície fora plana, com

en una galleda, els rajos incidirien en tota una cara amb la mateixa inclinació.