

Línia Cosmològica del Temps

**Rosa M. Ros, Beatriz García, Ricardo Moreno,
Pilar Orozco, Juan A. Prieto, Ivo Jokin**

*International Astronomical Union, Polytechnical University of
Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University,
Argentina, Colegio Retamar, Spain, Diverciencia, Spain, Dolna
Mitropolia Municipality, Bulgaria.*



Objectius

- Visualitzar la història de l'Univers amb una línia del Temps
- Entendre els processos importants que calgueren per arribar a la formació de la vida.
- Entendre l'adaptació de la vida a condicions ambientals molt variades



Activitat 1: Línia del Temps

L'inici de l'univers, el Bing Bang, va tenir lloc fa uns 13800 milions d'anys, és a dir fa 13,8 10⁹ anys

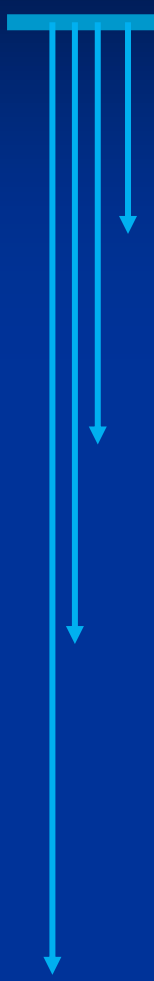
1 metre = 10⁹ anys

1 mm = 1 milió d'anys

Línia del temps
de 13,8 metres



Activitat 1: Línia del Temps



$t=0$ seg. (fa $13,8 \cdot 10^9$ anys inici de l'Univers,
Bing Bang, Gran Explosió)

10^{-45} seg. fi Era de Planck (ni T. Relativitat d'Einstein)

10^{-35} seg. INFLACIÓ (expansió exponencial de l'Univers)

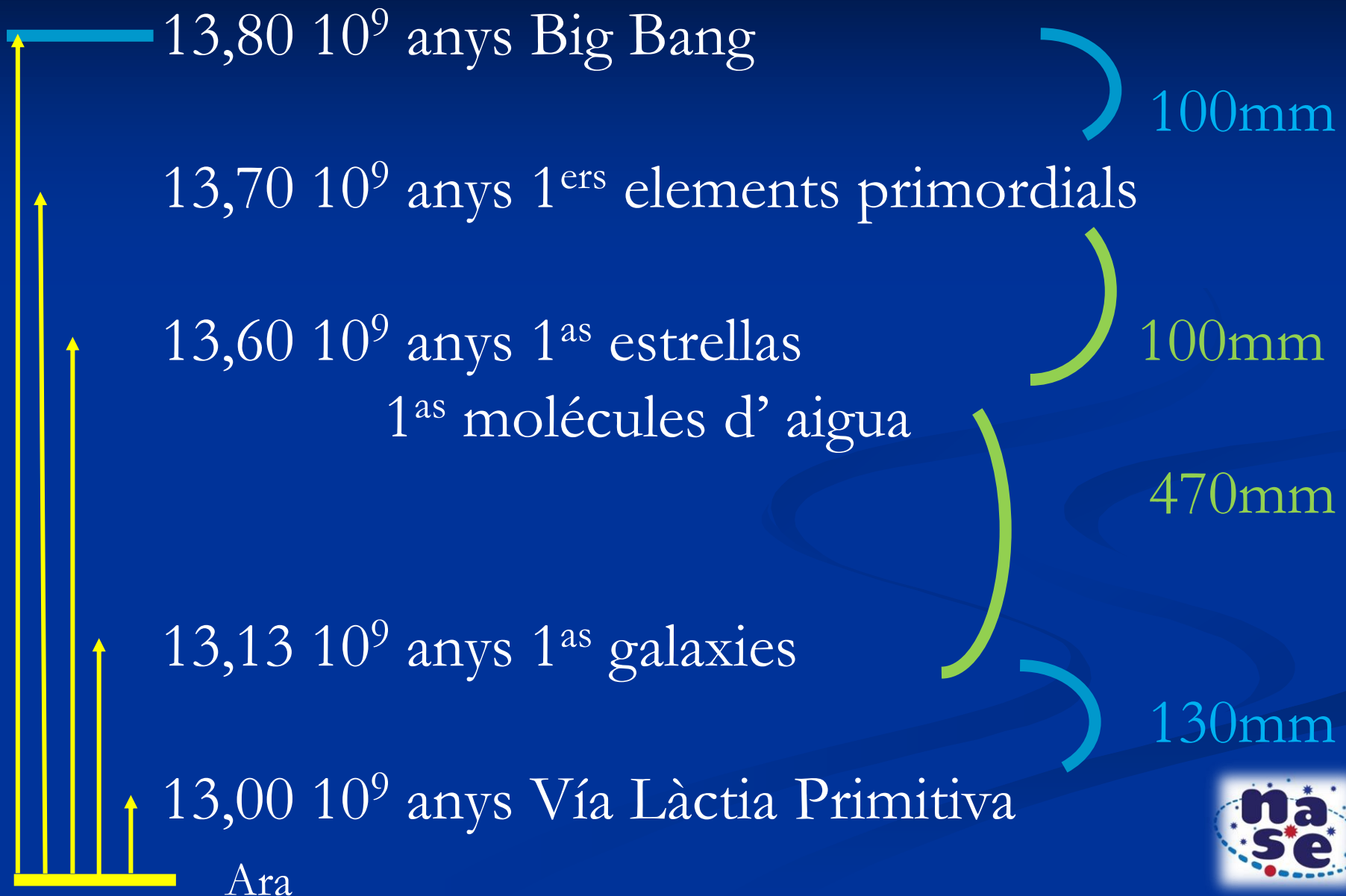
10^{-6} seg. Sopa Primordial
(diverses partícules elementals)

3 min. Nucleosíntesi Primordial del “H”

No es pot representar a la línia del temps doncs $1 \text{ mm} = 10^6$ anys)



Actividad 1: Línea del Temps



Activitat 1: Línea del Temps

13,00 10^9 anys Via Làctia Primitiva

Durant 8.400 milions d'anys (8,4 metres) tenen lloc una sèrie de fenòmens simultanis.

Les primeres estrelles van evolucionant donant lloc a explosions diferents que expulsen diferents tipus d'àtoms i van apareixent diversitat d'elements de la taula periòdica i sorgeixen simultàniament diferents tipus d'objectes.

- les estrelles gegants i supergegants blaves: duren 10-100 milions anys (10-100mm). Exploten com a supernoves, expulsant àtoms pesats com el Ferro, Plom, Or, Urani, etc.
- els estels grocs com el Sol: duren 10.000 milions anys (10000 mm). Acaben com a nebuloses planetàries, expulsant àtoms mitjanament pesats, com el Carboni, Oxigen, Nitrogen, etc.
- els estels nans vermells: duren més que l'edat de l'univers.

4,60 10^9 anys Formació del Sol

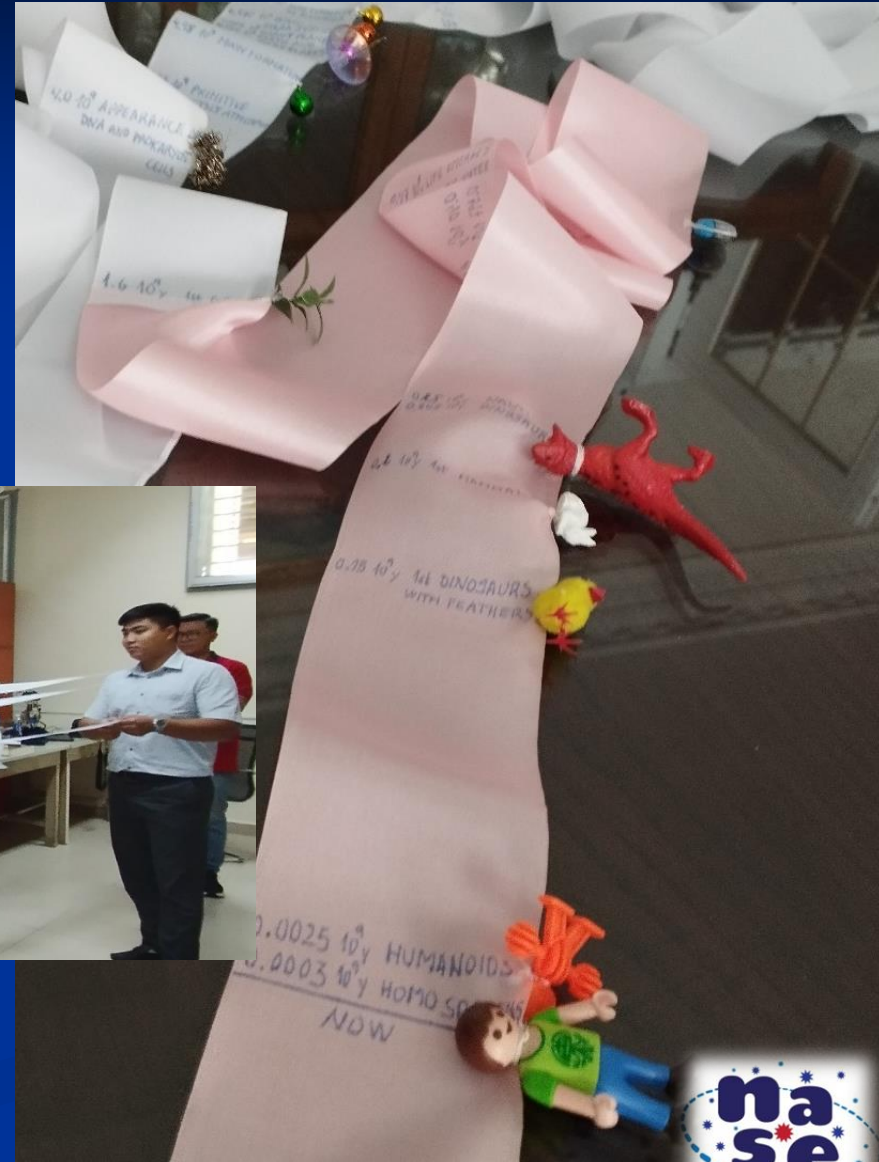
8400mm



Activitat 1: Línia del Temps



Activitat 1: Línia del Temps



Activitat 1: Línia del Temps

4,48 10^9 anys Formació Lluna

30mm

4,45 10^9 anys Atmosfera Terrestre Primitiva

350mm

4,10 10^9 anys Bombardeig Intens Tardà

Ara



Activitat 1: Línia del Temps

4,10 10^9 anys Bombardeig Planatessimals

100mm

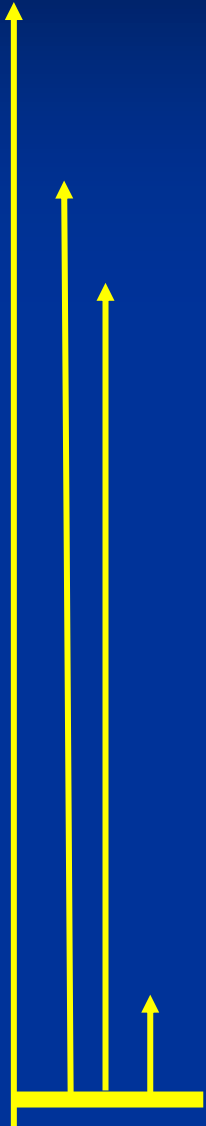
4,00 10^9 anys ADN i Cèl·lules Procariotes

3,70 10^9 anys 1^{as} formes de vida marina 300mm

1700mm

2,00 10^9 anys Respirar Oxigen

Ara



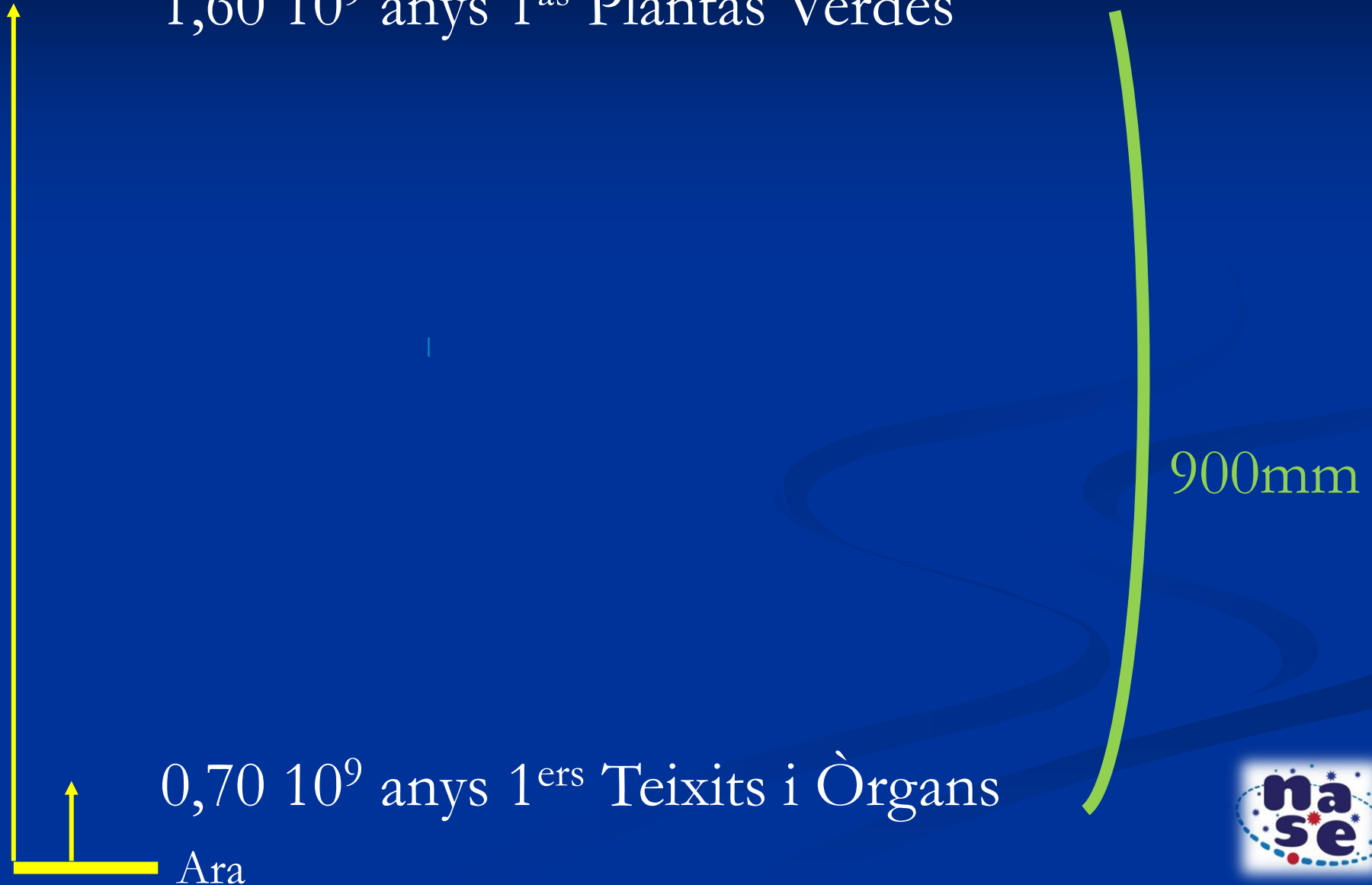
Activitat 1: Línia del Temps

2,00 10^9 anys Respirar Oxigen



Activitat 1: Línia del Temps

1,60 10^9 anys 1^{as} Plantas Verdes



Activitat 1: Línia del Temps

0,700 10^9 anys 1^{ers} Teixids i Òrgans

150mm

0,550 10^9 anys Organismes marins
amb petxina o esquelet

30mm

0,520 10^9 anys Trilobits



50mm

0,470 10^9 anys Sortida vida animal de l'Aigua



70mm

0,400 10^9 anys Ammonits

3mm

0,397 10^9 anys 1^{ers} Vertebrats Terrestres

0,250 10^9 anys Nautils



147mm

Ara



Activitat 1: Línia del Temps



Activitat 1: Línia del Temps

0,1500 10^9 anys 1^{ers} Dinosaurs amb plomes

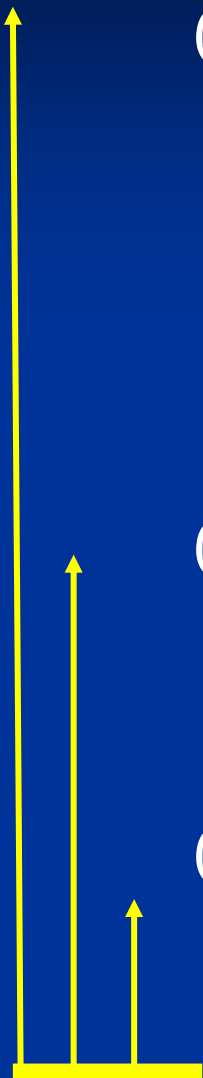
147,5mm

0,0025 10^9 anys = 2 500 000 anys
HUMANOIDES

2,2mm

0,0003 10^9 anys = 300 000 anys
HOMO SAPIENS

0,3mm



Galàxies Caníbals

Les galàxies són agrupacions d'estrelles unides per gravetat i giren sobre si.

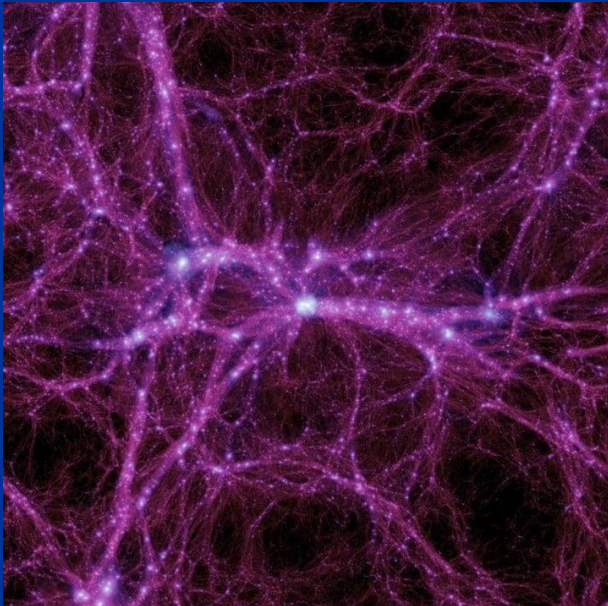
Els grups de galàxies formen els filaments dunivers. Els cúmuls de galàxies es formen a les confluències dels filaments còsmics. En aquests cúmuls les joves galàxies competeixen per adquirir el gas lliure i les galàxies més grans són les guanyadores. El ballet de galàxies, les trobades, les col·lisions i el canibalisme de les grans sobre les petites promou la formació estel·lar.



(Crèdit ESO)

Activitat 2: Model Filamentós

L'estructura filamentosa de l'Univers es pot pensar com un bany de bombolles on la matèria s'acumula sobre les bombolles i especialment les interseccions d'aquestes. Només cal disposar d'aigua sabó i una palleta o sorbet.



Modelització de l'estructura filamentosa de l'univers (Crèdit: Projecte Illustris)

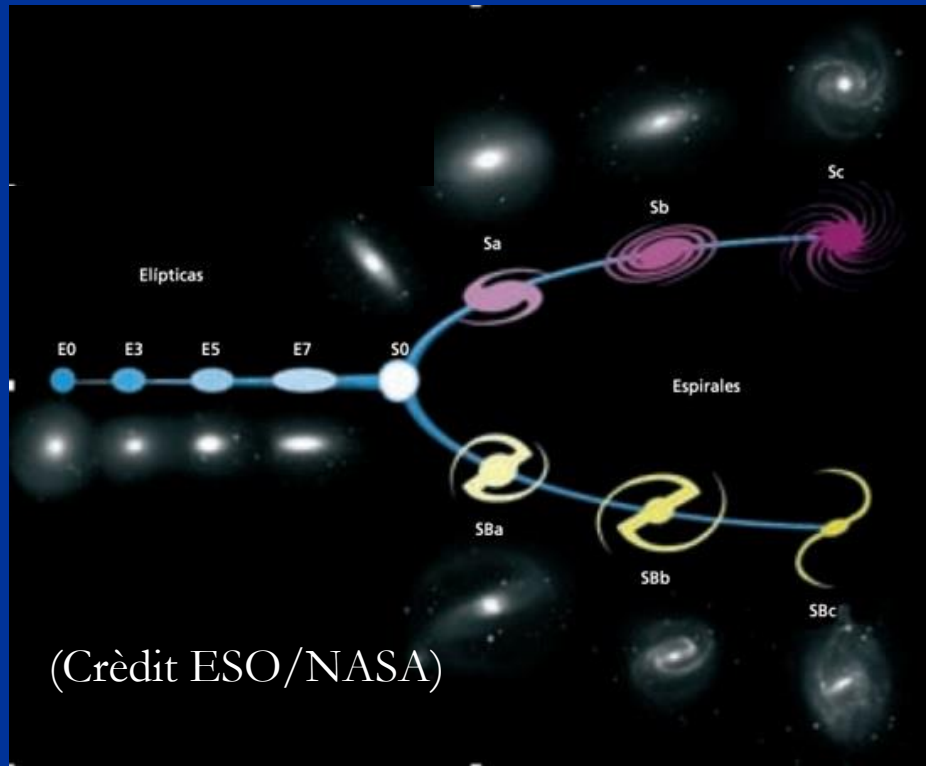


Modelització de l'estructura filamentosa amb una solució amb detergent

Classificació de Galàxies

N'hi ha d'espivals, barrades, el·líptiques, irregulars...

Se solen classificar segons la seva morfologia, a la coneguda seqüència de Hubble



Actualment se sap que aquesta no és una seqüència evolutiva

Activitat 3: Simulació de Formació de Galàxies Espirals

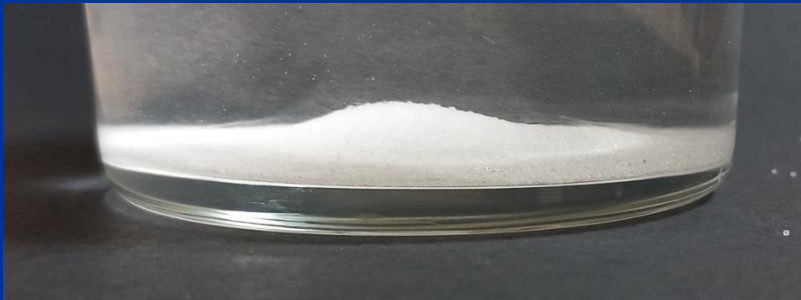
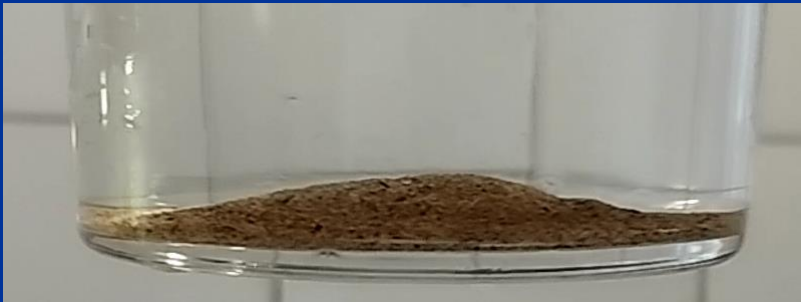
Es pot fer un model amb un got ple d'aigua, i remenant l'aigua amb un llapis. Quan es deixa de remoure, es posa de cop una cullerada de bicarbonat, sorra fina o sal normal. En posar-se, els grans queden en formes semblants a les galàxies espirals



Galaxia espiral vista de plà.
(Crèdit ESA/Hubble)

Activitat 3: Simulació de Formació de Galàxies Espirals

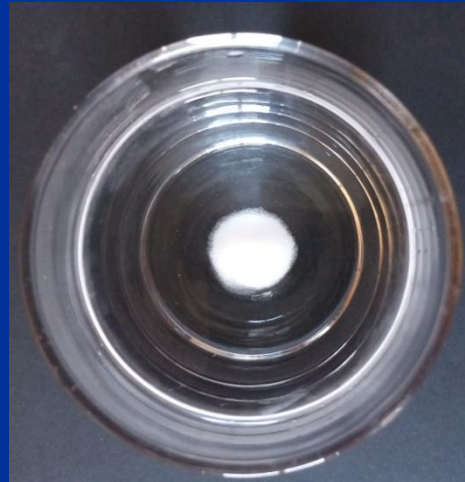
Mirant el model de costat, s'assembla al bulb central de les galàxies.



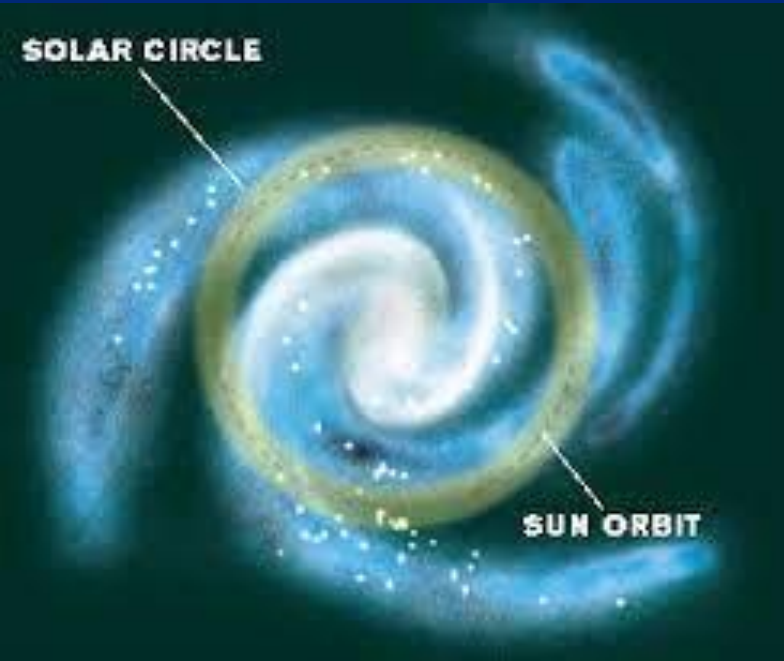
Galaxia espiral vista de costat
(Crèdit ESO/NASA)

Activitat 3: Simulació de Formació de Galàxies Espirals

Un cop formada la galàxia, si se segueix remenant l'aigua, és possible obtenir una cosa semblant a les galàxies esfèriques.



Zona d'habitabilitat a Galàxies

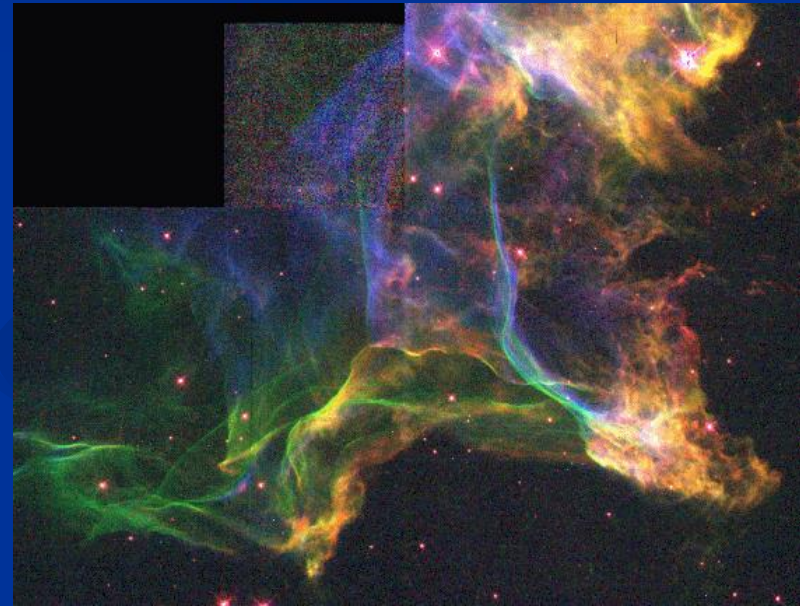


Per exemple, per comparar temps i distància al nostre model de la línia de temps, la nostra galàxia triga a girar una volta $220 \cdot 10^6$ anys (220 mm).

- La zona d'habitabilitat a les galàxies se situa normalment en un radi d'entre 23,000-30,000 a.l. des del centre de la galàxia (el Sol és a 27,000 a.l.).
- Fora d'aquesta zona, cap a la vora falten àtoms més pesats que H i He que són necessaris per a la vida.
- Fora d'aquesta zona, més a prop del centre, hi ha explosions massives de raigs gamma amb esdeveniments molt energètics i violents que fan impossible la vida.

Plasma i Camp Magnètic

- Al medi intergalàctic, al medi interestel·lar i a les pròpies estrelles, la matèria sol estar en estat de plasma.
- Aquest plasma està format per electrons, protons, partícules d'alta energia i gas ionitzat.



Nebulosa del vel amb filaments
(Crèdit NASA)

Plasma i Camp Magnètic

A la Terra hi ha matèria en aquest estat com són els llampecs, l'interior dels tubs fluorescents o llums de baix consum, monitors i pantalles de televisors, boles de plasma o la flama d'una espelma



Plasma i Camp Magnètic

També és plasma el vent solar, un corrent de partícules carregades que s'alliberen des de la corona del Sol. El flux d'aquestes partícules és variable i pot arribar a generar tempestes geomagnètiques, a donar lloc a les aurores (llums al nord i al sud) i a deformar el plasma de les cues dels estels que sempre apunten en contra del Sol.

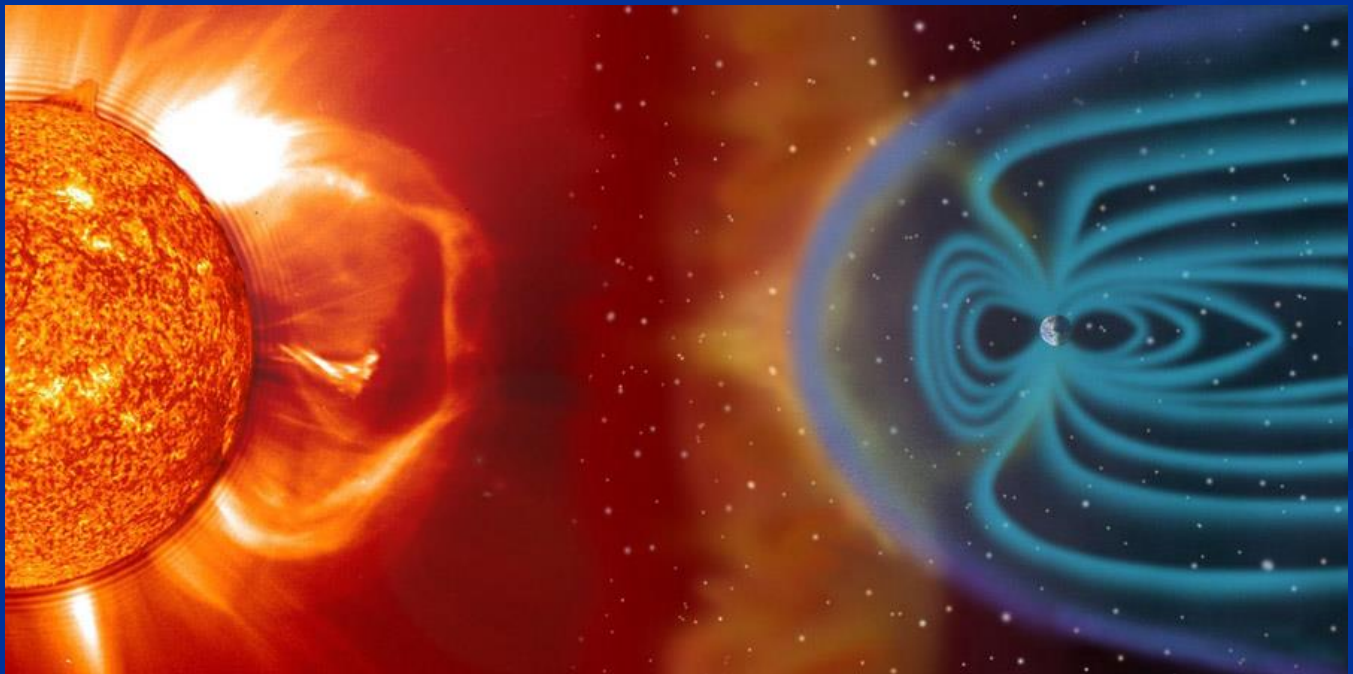


Cometa C/2002 E3
(Crèdit Rykis Babianskas i
Carlos Viscasillas)

Plasma i Camp Magnètic

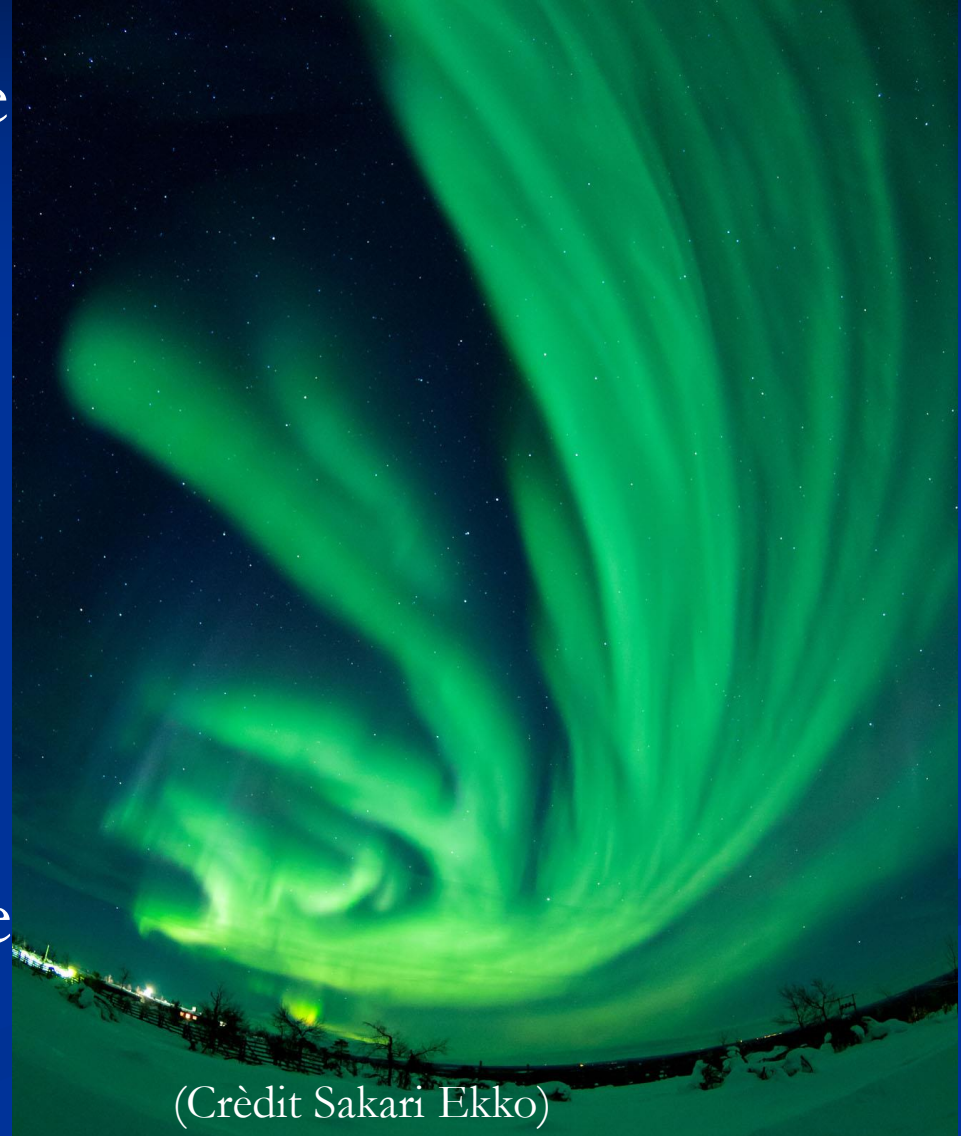
El camp magnètic terrestre actua com un escut protector per a la vida al planeta. Les partícules del vent solar que viatgen a gran velocitat i amb molta energia tenen un gran poder penetrant i poden fer malbé l'ADN de les cèl·lules.

Vent solar,
impressió d'artista
(Crèdit NASA)



Plasma i Camp Magnètic

El camp magnètic terrestre actua com un paraigua desviant les partícules amb càrrega que resulten tan perilloses per a la vida evitant que arribin a la superfície terrestre; la interacció amb l'atmosfera genera les belles aurores de diversos colors.



Plasma i Camp Magnètic

Els colors de les aurores depenen de l'energia de les molècules de l'aire amb què interactuen. En una zona de:

Oxigen amb nivells molt alts d'energia dona verd/groc i amb nivells baixos és vermell/morat.

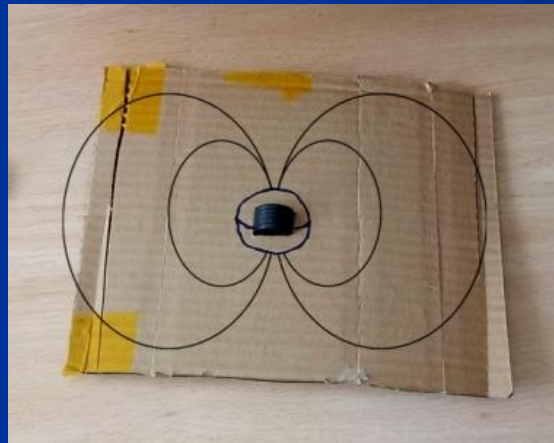
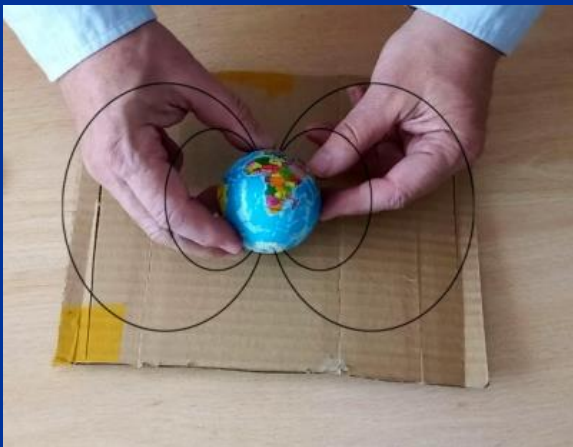
Nitrogen, si perd electrons a la seva capa més externa, produeix una llum blavosa, mentre que dona un color vermell/porpra a les vores més baixes de les aurores.



(Crèdit Sakari Ekko)

Activitat 4: Camp magnètic terrestre

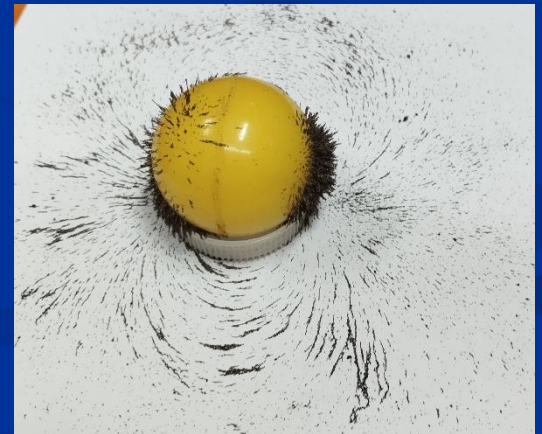
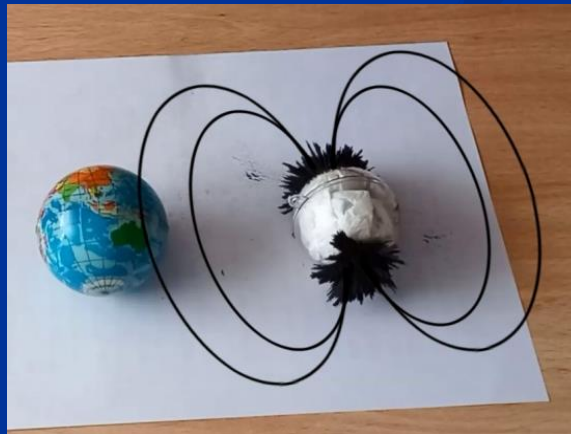
Podem visualitzar el camp magnètic terrestre amb un imant, que representa la Terra, i una brúixola, amb què anem recorrent les línies de força del camp.



Activitat 4: Camp magnètic terrestre

En una esfera de plàstic, posem un imant embolicat en un tovalló de paper. Representa la Terra.

Amb llimadures de ferro a prop dels pols, es visualitzen molt bé les línies de camp magnètic en aquesta zona, on es produeixen les aurores.



Com va sorgir la vida a la Terra?



Les hipòtesis més acceptades proposen que la vida va sorgir a la Terra a partir de matèria inorgànica fa 4,500 10^6 anys

Però altres científics suposen un origen extraterrestre de la vida. Si la vida no es va iniciar a la Terra podria haver arribat a estels, asteroides i meteorits.



Els microbis podrien sobreviure incrustats a les roques, protegits de les condicions extremes de l'espai exterior

Ningú suposa que el primer ésser viu fos molt complex. Van haver-hi formes de vida més simples que hagin servit de connexió entre el primer organisme i la vida avui dia. És possible que microorganismes extremòfils arribessin a la Terra en asteroides i meteorits que van impactar a la seva superfície, de fet es troben mostres orgàniques en alguns meteorits. No és senzill trobar meteorits, però si ho és **caçar micrometeorits**.



Veurem també algunes àrees de la Terra on es troben **extremòfils** i que són estudiats per NASA i ESA



Micrometeorits

La Terra al seu camí al voltant del Sol, travessa orbites d'altres astres com són els estels amb restes de pols.

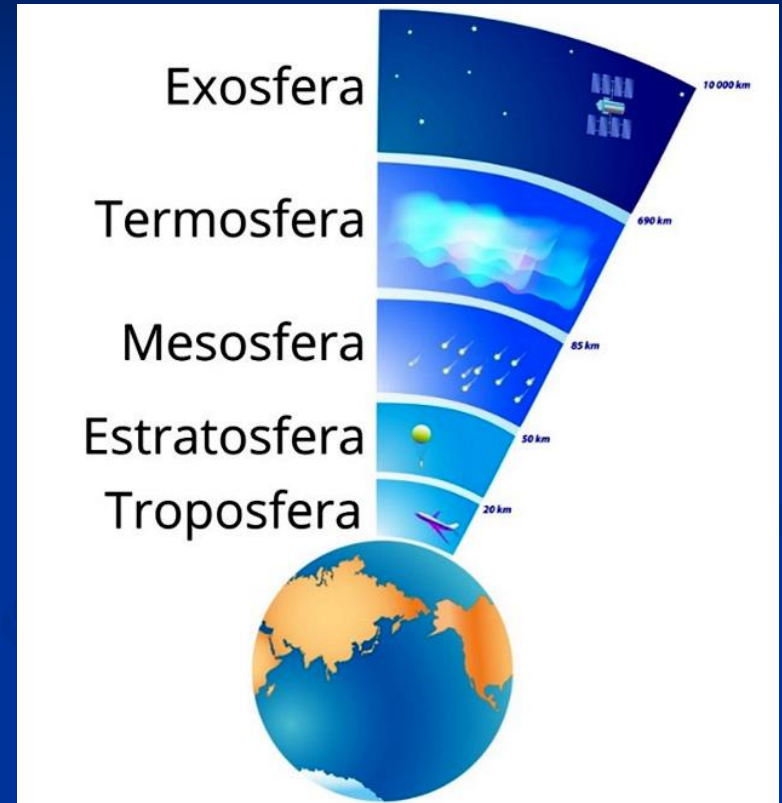
Aquests petits cossos cauen sobre la superfície terrestre i donen lloc a micrometeorits. Milers cauen cada dia i normalment es cremen (pel fregament amb l'atmosfera) abans d'arribar a terra formant estrelles fugaces.

Els que arriben a terra es poden recollir, són a qualsevol lloc, especialment en llocs amb poca activitat humana i difícilment accessibles. La seva forma arrodonida i amb estries delata el seu origen.

Micrometeorits

Els meteors travessen l'exosfera i la termosfera sense gaire problema perquè aquestes capes no són gaire denses. Però quan arriben a la mesosfera, la densitat és més gran i a causa de la frita, es genera calor.

El material es fon i després se solidifica de manera que al final presenta estries i de vegades bombolles petites efecte d'una solidificació ràpida.



(Crèdit Lifeder)

Activitat 5: Simulació de Micrometeorits Esfèrics

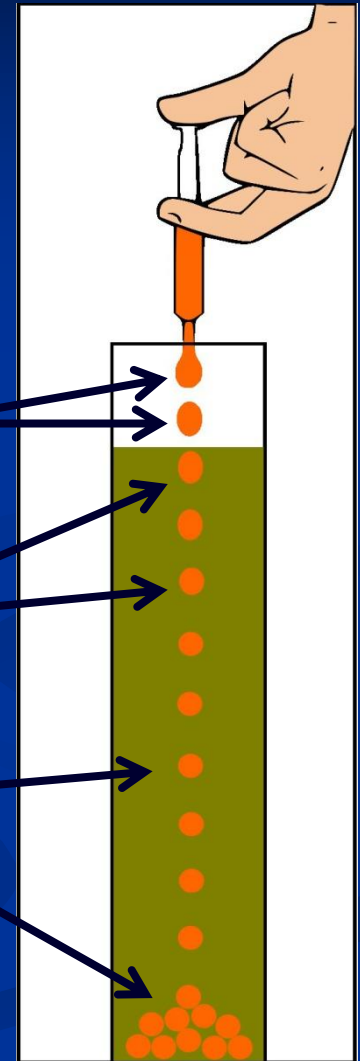
Omplim d'oli de gira-sol un got alt. Amb una xeringa es deixen caure gotes daigua o de refresc de cua. Es formen esferes petites que es veuen caure lentament per la columna d'oli.

MESOSFERA Gotas líquides

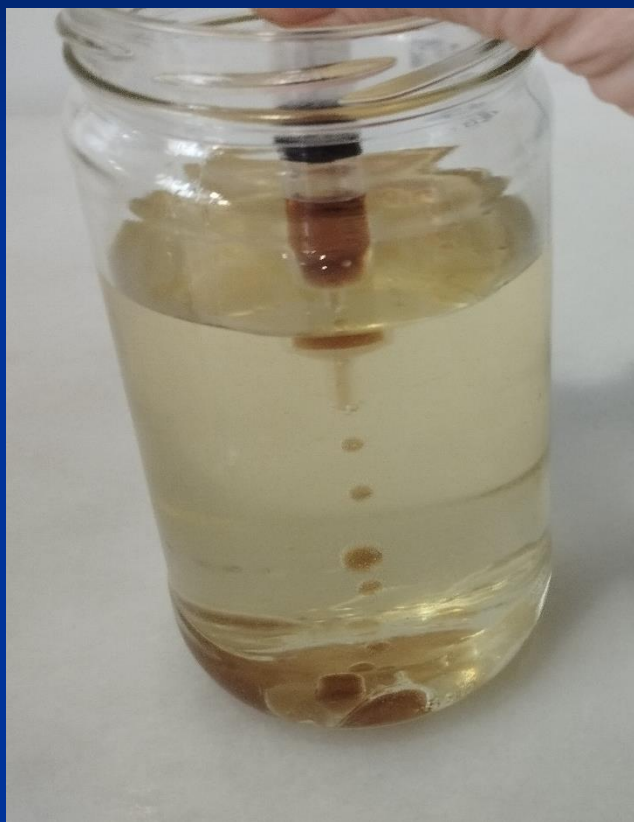
Esfèriques dins del medi viscos
ESTRATÒSFERA I TROPOSFERA

Gotes esfèriques
S'acumulen al fons

**CORTESA CONTINENTAL
I OCEÀNICA**



Activitat 5: Simulació de Micrometeorits Esfèrics



se formen
pequeñas
esferas de
“micro-
meteoritos”
simulados.

Micrometeorito real



Cada dia cauen sobre la superfície terrestre 5 tones de material extraterrestre!

Activitat 6: Buscar Micrometeorits

Els micrometeorits es dipositen en teulades i terrasses o fins i tot queden suspeses a l'atmosfera per molt de temps, i cauen juntament amb la pluja o la neu. El mètode més recomanat per recuperar aquest material és buscar-lo a les canaletes, que recol·lecten el material que es diposita als sostres, oa les cunetes dels carrers o carreteres.

Aquests meteorits procedeixen directament de la matèria que va donar origen al sistema solar. Tenen una edat, per tant, d'uns 4.500 milions d'anys.



Activitat 6: Buscar Micrometeorits

La major part d'aquests meteorits tenen una composició rocosa, però d'altres estan formats de ferro i níquel i poden ser separats de la resta amb un imant.

Amb un pinzell es recull sorra d'una canaleta o cuneta, i es posa sobre un paper. Es passa per sota del paper un imant, i ens quedem sobre el paper només amb el material que es mogui



Activitat 6: Buscar Micrometeorits

Si no es disposa de terrasses o cunetes on buscar-los, es pot preparar un parany per recollir micrometeorits.

Només cal una safata on col·locarem paper cel·lofana i deixarem a la intempèrie durant una setmana en un lloc una mica elevat perquè no s'hi acostin animals. El procés de recol·lecció de micrometeorits és també amb un iman



Activitat 5: Buscar Micrometeorits

Una altra opció és preparar un parany per a cada alumne amb un got de paper lligat amb un fil i un petit imant a dins. Els alumnes es mouen pel pati de l'escola amb els gots magnètics i, en retirar l'imant, si hi ha partícules de ferro, cauran sobre el full de paper blanc. Només cal mirar a través de les càmeres dels seus mòbils per trobar els micrometeorits.



Activitat 6: Buscar Micrometeorits

Identificació de micrometeorits:

El material que s'hagi mogut amb l'imant, sense treure'l del paper, l'inspeccionem amb la càmera del mòbil o del mòbil, usant el màxim zoom.

Els micrometeorits s'identifiquen perquè tenen una forma gairebé esfèrica i brillant.



Classificació d'Extremòfils

Un extremòfil és un organisme (freqüentment, un microorganisme) que viu en condicions extremes (aquelles que són molt diferents de les que viuen en la majoria de les formes de vida terrestres).

Fins fa poc temps, es pensava que als llocs on avui sabem que creixen els extremòfils era impossible que hi hagués vida. Per exemple, a les aigües enormement àcides i amb metalls del Riu Negre, o al desert extremadament sec i amb metalls pesants d'Atacama o a l'Antàrtida amb les seves baixes temperatures. Però s'ha demostrat que hi ha organismes que viuen a aquestes zones.



Extremòfils a l'Antàrtida

A l'Antàrtida diversos grups de científics han trobat vida sota la seva superfície, per exemple:

- ❑ microbis extremòfils vivint a 36 m amb temperatures de -20°C en aigua salada (no congelada per l'alta concentració de sal)
- ❑ un ecosistema en absència total de llum a 800 m de profunditat



Extremòfils i Desert d'Atacama

Alguns extremòfils viuen en absència d'aigua o són capaços de resistir la dessecació vivint amb molt poca. Com els microbis del terra del Desert d'Atacama.

Allà hi ha un fenomen molt espectacular: el desert florit. Aquest és el desert més àrid del món, als anys en què hi ha més precipitació del normal i després un front fred apareixen una gran quantitat i diversitat de flors (14 varietats) que es manté uns mesos.



Foto agost 2022 després de diversos anys de sequedat, els darrers anys van ser 2015 i 2017



Extremòfils i Riotinto

Altres extremòfils es desenvolupen en ambients d'alta acidesa i altes concentracions de metall (Herro, Coure, Cadmi, Arsènic, Zinc, Plom). Les reaccions en aquest riu estan catalitzades per bacteris acidòfils, de manera que si es redueix l'acidesa es multiplica la població de bacteris, cosa que genera més oxidació de sulfurs i més acidesa en un procés que es retroalimenta. Els habitants de la zona saben quan plourà pels canvis de color del riu (els bacteris generen més acidesa per mantenir el ph durant la crescuda del riu).



Extremòfils i Vegetació Riotinto

Hi ha extensos arbustos d'*Erica Andevalensis* o “bruc miner”, distribuïts al llarg de la llera del riu.



Aquestes plantes tenen les arrels en sòls molt àcids i amb pocs nutrients. Fins i tot algunes plantes creixen a la vora del riu amb les seves arrels parcialment submergides a l'aigua àcida i sòls amb altes concentracions de Coure i Plom

Activitat 6: Extracció d'ADN

Els astrobiòlegs de la NASA i l'ESA estudien sobre el terreny (Mines de Ríotinto, Desert d'Atacama, etc.) com evoluciona o s'adapta la vida per entendre com es va originar.

El primer pas de molts dels protocols que es fan per descobrir extremòfils consisteix en el procés d'extracció d'ADN i per aquest motiu es fa aquesta activitat



Activitat 6: Extracció d'ADN

Restes d'ADN permeten detectar l'existència de vida (actual o passada), i això es fa servir per buscar vida a l'espai.

Restes d'ADN permeten detectar l'existència de vida (actual o passada), i això es fa servir per cercar vida a l'espai

Solució per trencar la cèl·lula: 1/2 got aigua

1 culleradeta de Sal, Clorur Sòdic, per deixar anar les proteïnes i alliberar així l'ADN

3 culleradetes de Bicarbonat de Sodi, per mantenir constant el ph de la solució i que no es degrade l'ADN
rentaplats fins que l'aigua en tingui el color, per trencar la membrana de les cèl·lules de caràcter gras
barrejar sense fer escuma per veure bé l'ADN.



Activitat 6: Extracció d'ADN

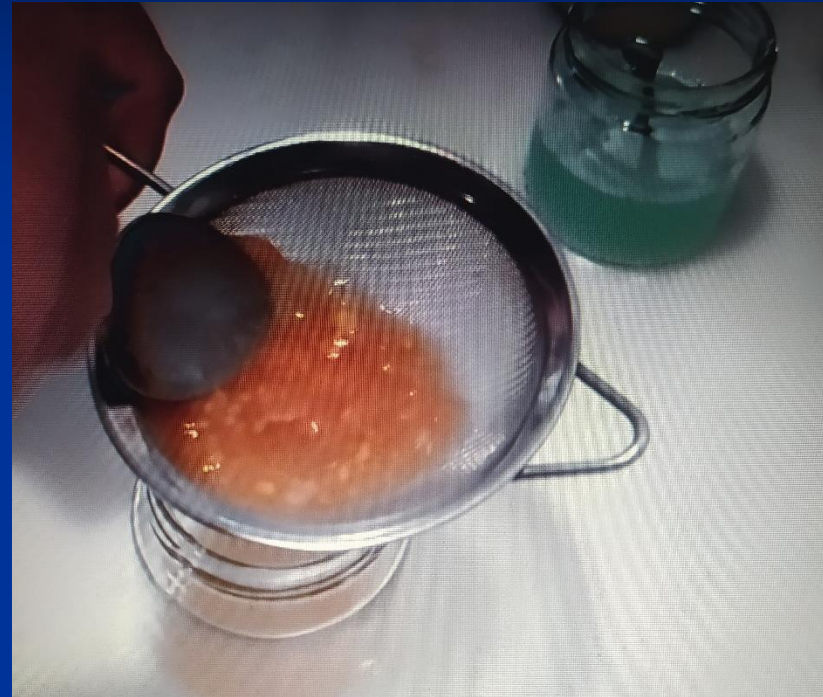
Preparar el suc de cèl·lules de tomàquet

2 cullerades de polpa, triturada amb una forquilla fins a tenir un puré

Fem la solució trencadora (doble de volum de solució que de puré de tomàquet)

Per trencar les cèl·lules agitem cuidant no fer escuma
Colem per treure els trossos grans

El contingut de dins les cèl·lules està al suc



Activitat 6: Extracció d'ADN

Fer visible l'ADN

Quan hi ha molts fils d'ADN ho veiem com un núvol blanc (la sal li dóna el color blanquinós).

Deixem caure alcohol per la paret del got de suc, perquè volem que quedi una capa d'alcohol a sobre del suc sense barrejar-se

En 3 o 4 minuts es forma un núvol blanc d'ADN que s'està agrupant i fent-se visible (puja a dalt).

S'hi afegeix alcohol perquè l'ADN no és soluble en alcohol i es va formant el núvol d'ADN.



Conclusions

- Comprendre el llarg procés per a l'aparició de la vida
- Conèixer les condicions que protegeixen la vida.
- Conèixer els ambients extrems en què es pot desenvolupar la vida.
- Entendre el procés d'extracció de l'ADN per constatar la presència de vida.



¡Muchas gracias
por su atención!

