



PROFESSOR DARWIN

EVOLUCIÓ



Andana
editorial 

© del text: Sheddad Kaid-Salah Ferrón, 2023 | @SheddadKF
© de les il·lustracions: Eduard Altarriba Bigas, 2023 | @eduardaltarriba

© de l'edició: Andana Editorial
Av. Aureli Guaita Martorell, 18. Picassent 46220 (València)
www.andana.net / andana@andana.net

Primera edició: novembre de 2023

Disseny i maquetació: Alababalà
Traducció: Helena Prieto Cerezo
Revisió lingüística: Maria Carbó

ISBN: 978-84-19913-02-9
Dipòsit legal: V-2759-2023

Imprès a Espanya

Queda prohibida la reproducció, distribució, comunicació pública, transformació o transmissió, total o parcial, d'aquest llibre sota qualsevol forma o mitjà, electrònic o mecànic, sense l'autorització escrita de l'editor. Si necessita fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra, adreça's a CEDRO (www.conlicencia.com; 917 021 970 / 932 720 447). Tots els drets reservats.

Edició impresa en paper ecològic el procés de fabricació del qual compleix totes les normatives mediambientals.

VIDA	4
L'ARBRE FAMILIAR	6
L'ARBRE DE LA VIDA	7
ESPÈCIES	8
L'EVOLUCIÓ BIOLÒGICA	10
SELECCIÓ NATURAL	12
EL VIATGE DEL <i>BEAGLE</i>	14
FORJANT LA TEORIA DE LA SELECCIÓ NATURAL	16
<i>L'ORIGEN DE LES ESPÈCIES</i>	17
ADAPTACIONS AL MEDI	18
HERÈNCIA	20
LA CÈL·LULA	22
MUTACIONS	24
NO TOTS SOM IGUALS	26
VARIABILITAT GENÈTICA	27
LA TEORIA DE L'EVOLUCIÓ	28
L'EVOLUCIÓ DE LA VIDA	30
ESPECIACIÓ	32
MICROEVOLUCIÓ I MACROEVOLUCIÓ	33
LA PAPALLONA DEL BEDOLL	34
L'EVOLUCIÓ DE LES AUS	36
COEVOLUCIÓ	38
SELECCIÓ ARTIFICIAL	39
FÒSSILS	40
«DISSENY» MILLORABLES	42
EXTINCIONS	43
LUCA	44
ELS FUTURS HUMANS	46

VIDA

AL NOSTRE PLANETA HI HA VIDA PERTOT ARREU

Miris on miris, pots trobar animals, plantes i microbis de mil formes, mides i colors. I el més al·lucinant és que tots aquests éssers vius estan adaptats a l'entorn on viuen. És com si haguessin estat dissenyats a propòsit per viure en els seus hàbitats.



Els ratpenats tenen un radar per localitzar insectes i caçar-los.



La balena blava filtra fins a 90 tones d'aigua per capturar el krill, els diminuts animals marins que li serveixen d'aliment.


El colibrí pot quedar suspès en l'aire mentre xucla el nèctar d'una flor amb el seu bec llarg.



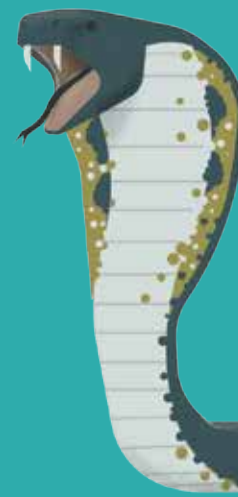
La flor pot pol·linitzar-se quan el colibrí vola a una altra flor.

Els peixos poden respirar sota l'aigua amb les brànquies, tenen aletes i cua per nedar i la seva forma és ideal per desplaçar-se per l'aigua.






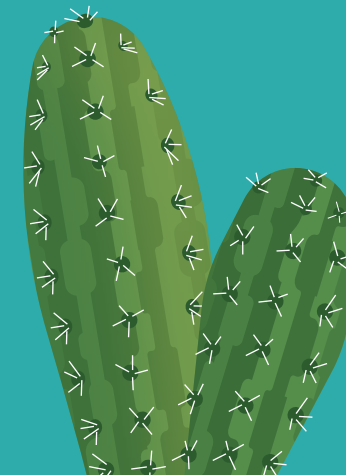
Els bacteris que viuen als intestins ajuden a digerir els aliments a canvi d'obtenir nutrients dels seus amfitrions.



Les serps verinoses tenen dos ullals que injecten verí per caçar i defensar-se.



Les mangostes cacen serps i són animals molt tolerants al seu verí.



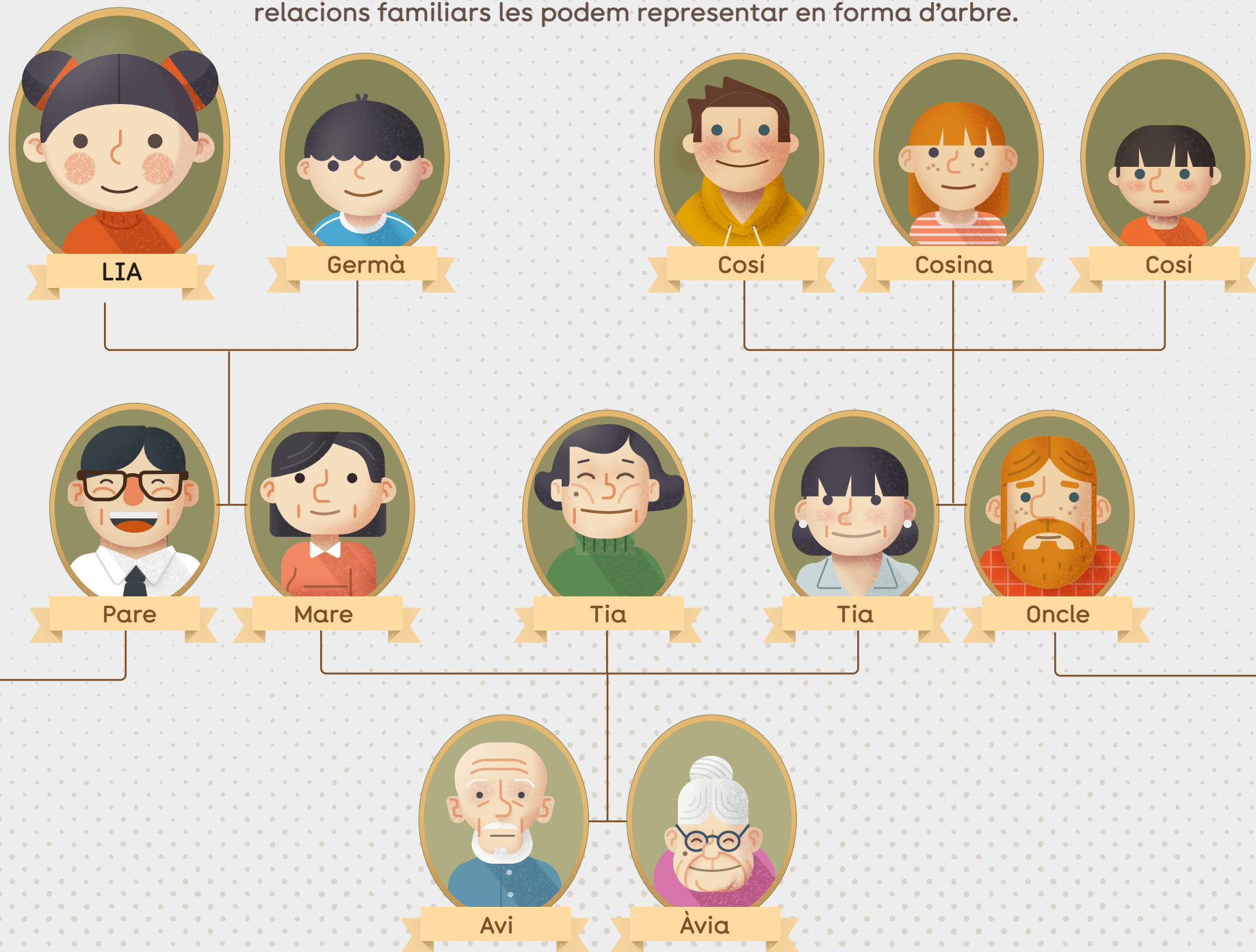
Els cactus del desert poden emmagatzemar una gran quantitat d'aigua per suportar els llargs períodes de sequera.

Hi ha una impressionant varietat d'éssers vius a la Terra, com ara plantes i animals. Però, com podem explicar aquesta rica diversitat si sabem que els éssers vius no apareixen de sobte ni es creen del no-res? Com expliquem que sembli que tots han estat dissenyats per viure com viuen i al lloc exacte?

A mitjans del segle XIX es va poder resoldre aquest trencaclosques, sobretot gràcies a les aportacions del científic i naturalista anglès **Charles Darwin** (1809-1882), que va plantejar la idea de l'evolució biològica a través de la **selecció natural**. Darwin es va adonar que tota la biodiversitat és deguda principalment a les variacions que han patit les diferents espècies per adaptar-se als diversos entorns que hi ha hagut al planeta al llarg del temps.

L'ARBRE FAMILIAR

Els teus avantpassats més propers són els teus pares: la mare i el pare; amb els teus cosins comparteixes altres avantpassats una mica més antics: els avis. Anant una mica més enllà: amb la teva mare, els teus oncles, els teus cosins i, fins i tot, amb la teva àvia comparteixes un avantpassat comú encara més llunyà: la teva besàvia. Totes aquestes relacions familiars les podem representar en forma d'arbre.



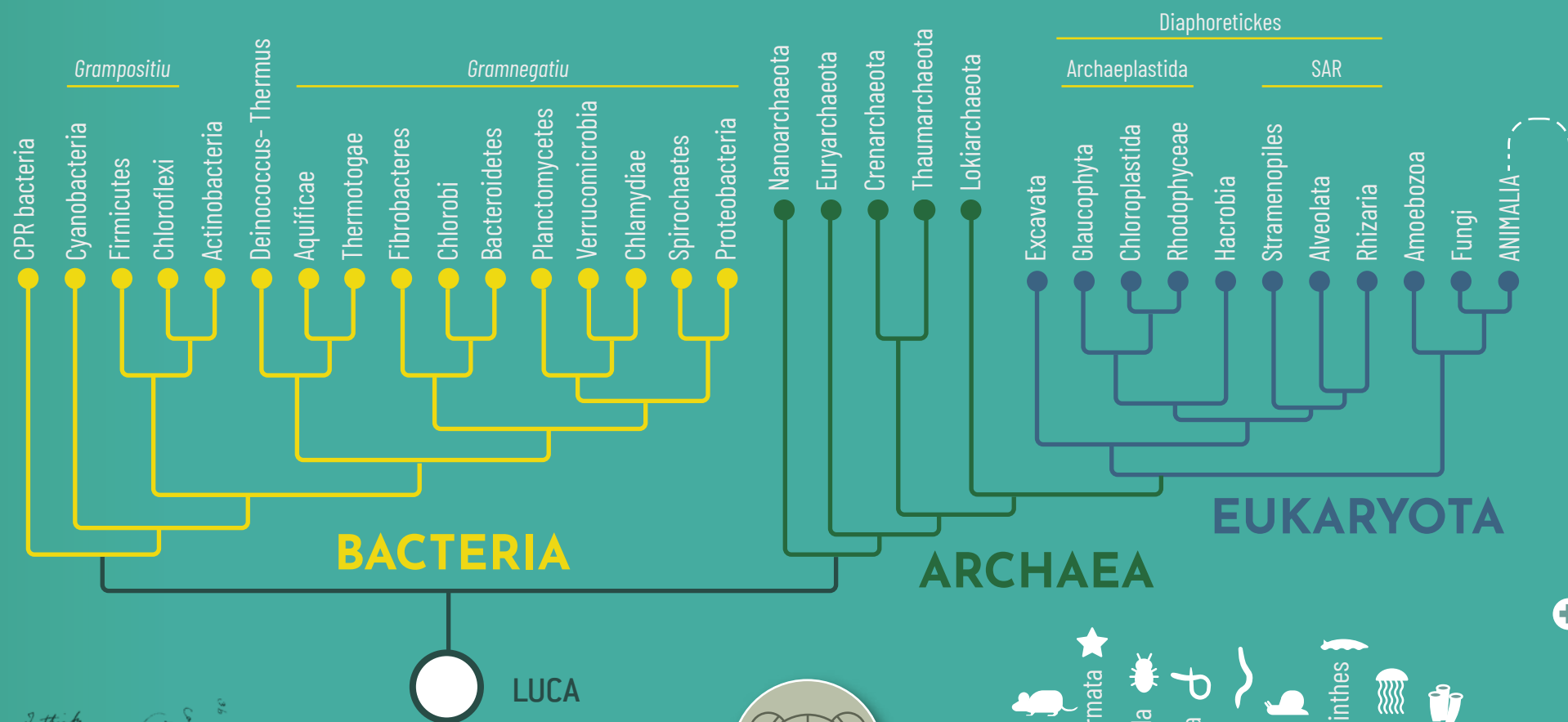
A les branques més allunyades del tronc trobem els membres més joves de la família. A mesura que ens endinsem en les branques i ens acostem al tronc, veiem els individus que van

néixer abans i que tenen més edat. Si seguim baixant, trobarem membres més antics encara i que potser ja no hi són: els avantpassats de tots els que els queden per sobre.

Una de les idees fonamentals de la biologia és que tots els éssers vius estem emparentats, som família. I, si som família, podem tenir un arbre familiar, oi?

L'ARBRE DE LA VIDA

L'arbre de la vida és l'arbre familiar de tots els éssers vius que han habitat la Terra.

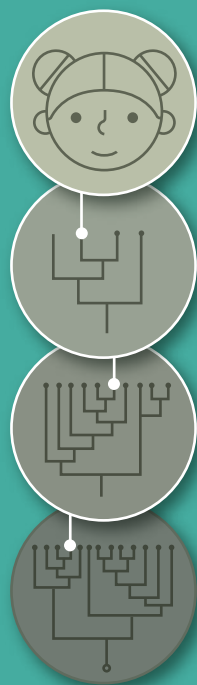


I think

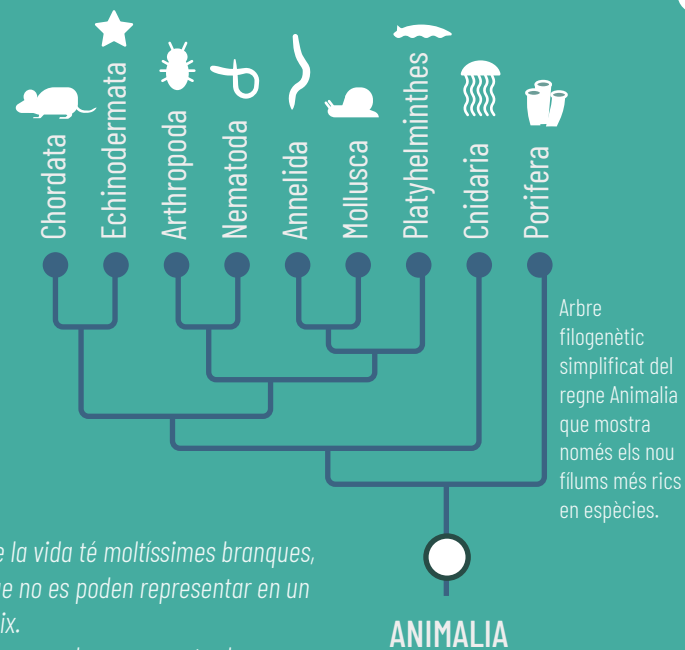
*then between A & B. various
top + bottom. C & B. The
first predation, B & D
rather greater distance
then former would be
formed. - heavy relation*

Darwin (pàg. 14)
va utilitzar un arbre
filogenètic al seu
quadern de notes.

Al nostre primer ancestre comú, **LUCA** (vegeu la pàg. 44), el situem a la base del tronc de l'arbre. I a partir d'aquí sorgeixen totes les branques que representen els diferents organismes que han habitat la Terra fins a arribar a la diversitat de vida actual. Aquests arbres que representen l'evolució els anomenem **ARBRES FILOGENÈTICS**.



L'arbre de la vida té moltíssimes branques, tantes que no es poden representar en un únic dibuix. Així doncs, es poden representar branques més petites per veure les relacions entre éssers més propers.

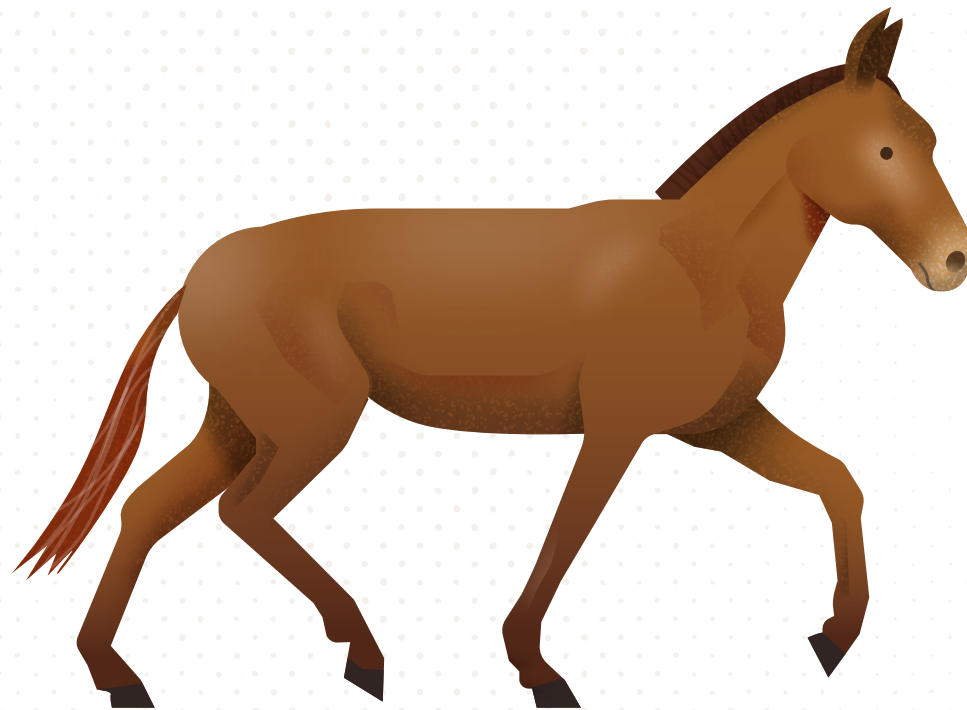


ESPECIES

En aquest llibre parlarem moltes vegades d'espècies. Més o menys, ja ens fem una idea del que són. Per exemple, sabem que no són el mateix els gats i els gossos, ni els gorilles i els ximpanzés, ni les roses i els cogombres. Pensem en cadascun d'aquests grups d'éssers vius com a espècies diferents.

Però, què és una espècie?

Podem definir *espècie* com un grup en què tots els seus membres tenen **característiques comunes i poden reproduir-se i intercanviar gens entre ells, de manera que es creen descendents que tindran les mateixes característiques que els seus progenitors i, molt important, que també seran fèrtils.**



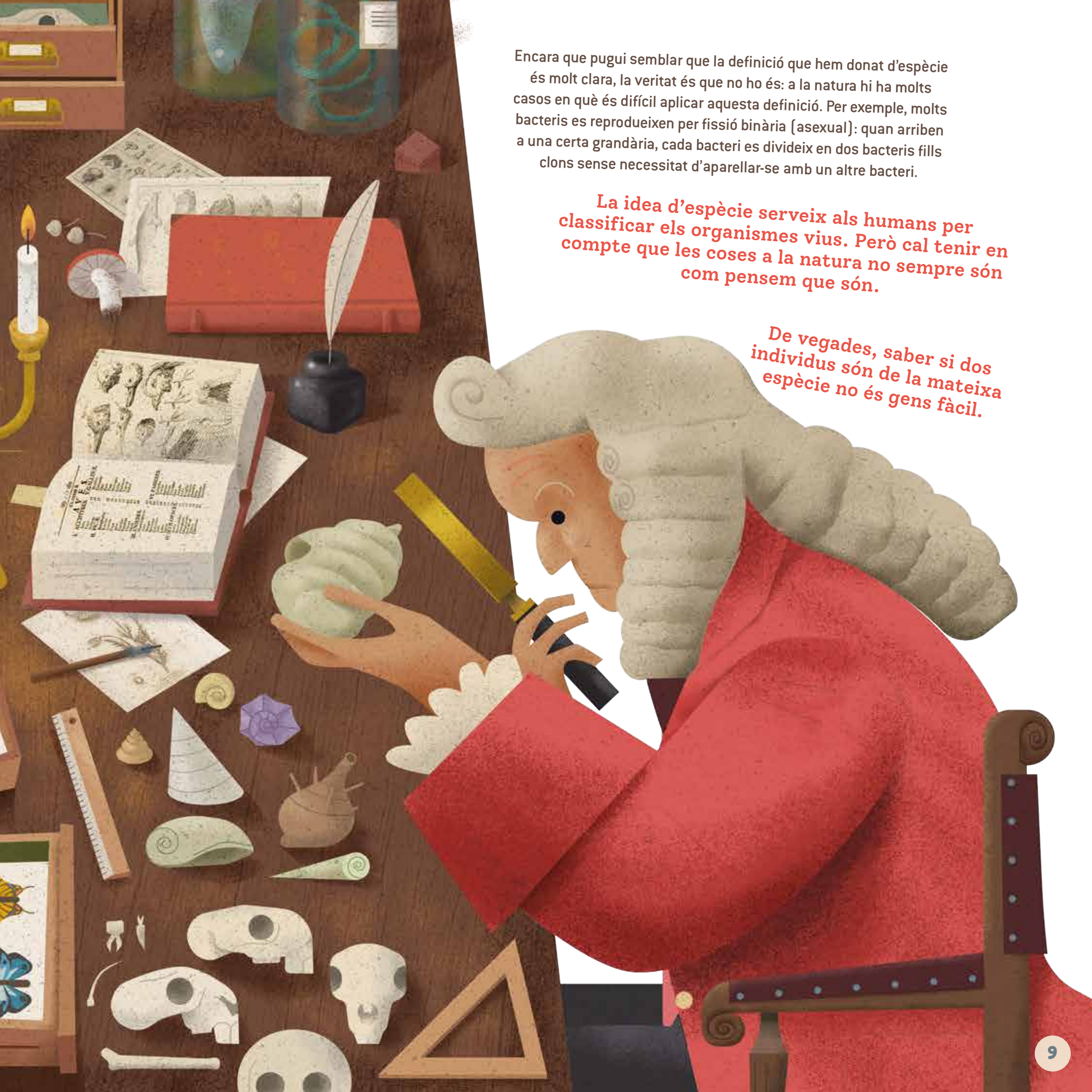
Per exemple, diem que **els cavalls són una espècie**. Si una parella de cavalls es reproduïx, els fills (la descendència) també seran cavalls que, en créixer i reproduir-se, tindran més cries de cavalls.

Els rucs (o ases), per altra banda, pertanyen a **una altra espècie**, i, en reproduir-se, les cries seran fèrtils i presentaran característiques pròpies dels rucs.

Aquestes dues espècies són tan properes que poden arribar a reproduir-se entre si. Si una euga (femella de cavall) i un ruc mascle s'aparellen, la seva descendència serà **una mula, un híbrid entre dues espècies** amb característiques pròpies dels rucs (com la resistència, les peülles estretes o les orelles allargades) i amb característiques dels cavalls (com la mida, l'alçada, la forma del coll o les dents).

No obstant això, **les mules són estèrils** i no es poden reproduir. Per això sabem que els cavalls i els rucs, malgrat la seva gran similitud, són dues espècies diferents.





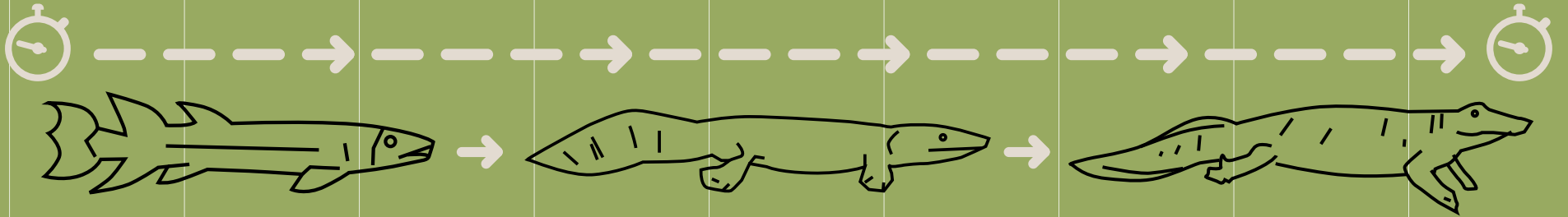
Encara que pugui semblar que la definició que hem donat d'espècie és molt clara, la veritat és que no ho és: a la natura hi ha molts casos en què és difícil aplicar aquesta definició. Per exemple, molts bacteris es reproduïxen per fissió binària (asexual): quan arriben a una certa grandària, cada bacteri es divideix en dos bacteris fills clons sense necessitat d'aparellar-se amb un altre bacteri.

La idea d'espècie serveix als humans per classificar els organismes vius. Però cal tenir en compte que les coses a la natura no sempre són com pensem que són.

De vegades, saber si dos individus són de la mateixa espècie no és gens fàcil.

La teoria de l'evolució de la vida a la Terra és el conjunt de coneixements i evidències científiques que explica un fenomen:

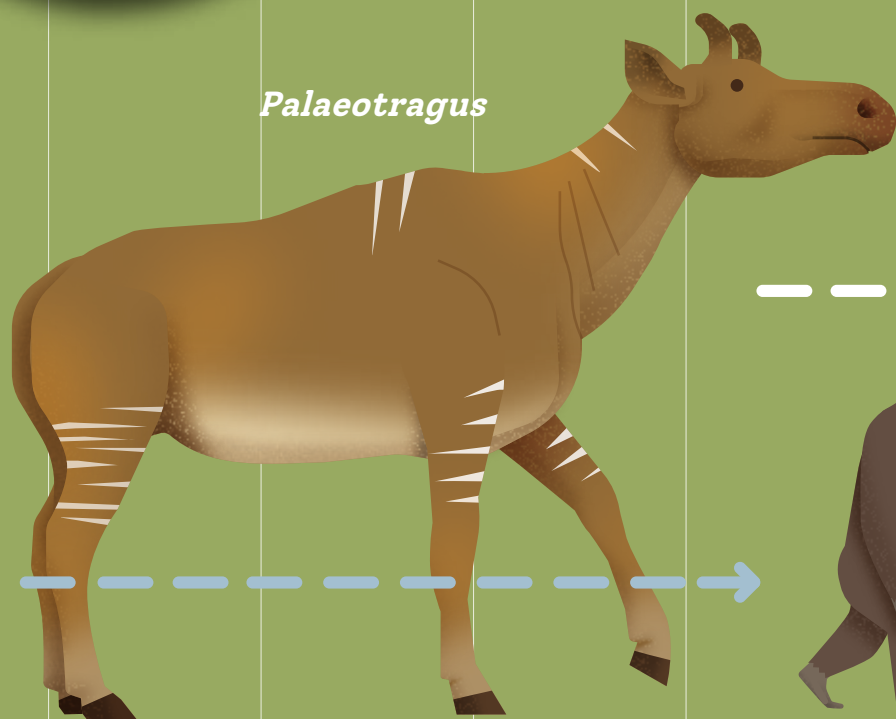
L'EVOLUCIÓ BIOLÒGICA



Quan diem que alguna cosa evoluciona, ens ve al cap la idea que aquesta cosa **canvia i es transforma** al llarg del **temps**.

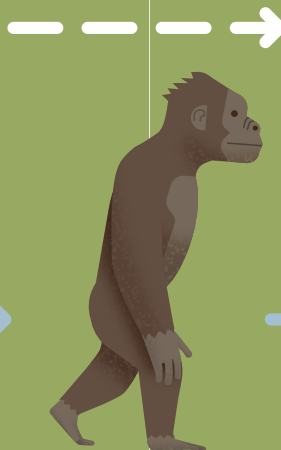
L'evolució biològica és el procés natural de transformació de les espècies a través dels canvis produïts en els individus en les successives generacions. Ha modelat totes

Aquests canvis es deuen a les mutacions genètiques, fallades que ocorren en fer còpies de la informació hereditària (vegeu la pàg. 24) i que es transmeten de pares a fills.



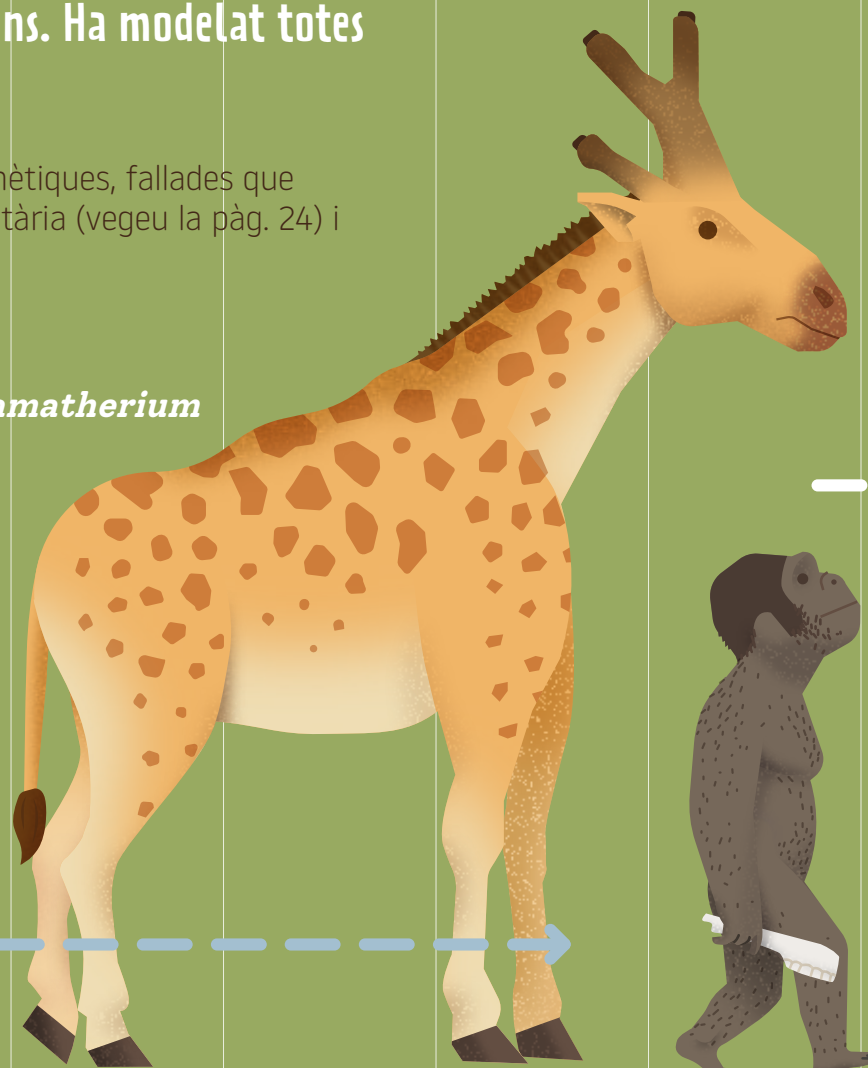
Palaeotragus

Miocè

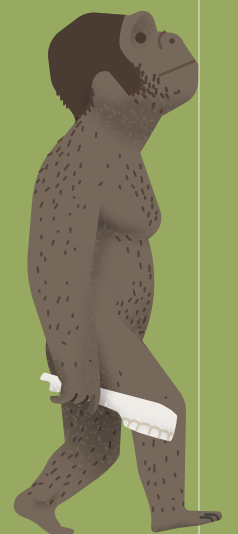


Ardipithecus

Bramatherium



Miocè tardà



Australopithecus
fa uns dos milions d'anys

Les plantes i els animals que hi ha actualment són descendents d'espècies que van viure en el passat i que han experimentat modificacions al llarg del temps.

Generalment, és un procés mooooolt lent en què els petits canvis s'hereten i s'acumulen d'una generació a una altra

Girafa

Les plantes amb flors no sempre han existit. Van aparèixer fa uns 140 milions d'anys i els seus avantpassats van ser plantes que produïen llavors i no generaven fruits, com ara els pins o els avets actuals.



El mateix ens ha passat als humans: hem evolucionat de primats que van viure fa milions d'anys i eren molt diferents de nosaltres.

Les girafes han experimentat modificacions al llarg de moltíssim temps, generació rere generació, que les han portat a desenvolupar el seu característic aspecte actual, amb potes esveltes i coll llarg.



Actualitat

Homo sapiens

Alguns animals, com les formigues o els taurons, gairebé no han experimentat canvis significatius en els darrers milions d'anys. El disseny bàsic està tan ben adaptat al seu entorn que els mecanismes d'evolució biològica n'han

COMPTE!, NO TOT ÉS EVOLUCIÓ

No tots els canvis que tenen lloc al llarg del temps **impliquen evolució** biològica. Alguns canvis, com el creixement dels éssers vius, les transformacions de les erugues en papallones, les ferides o la caiguda i el creixement de les fulles als arbres, són accidents o processos naturals que no impliquen canvis en l'herència dels descendents.

Aquests tipus de canvis que experimenten els éssers vius al llarg de la vida **NO** són evolució biològica.



SELECCIÓ NATURAL

La vida no és pas fàcil. Tots els éssers han de buscar aliment, protegir-se del fred o de la calor, respirar, evitar els perills; en definitiva, han de sobreviure per deixar descendència.

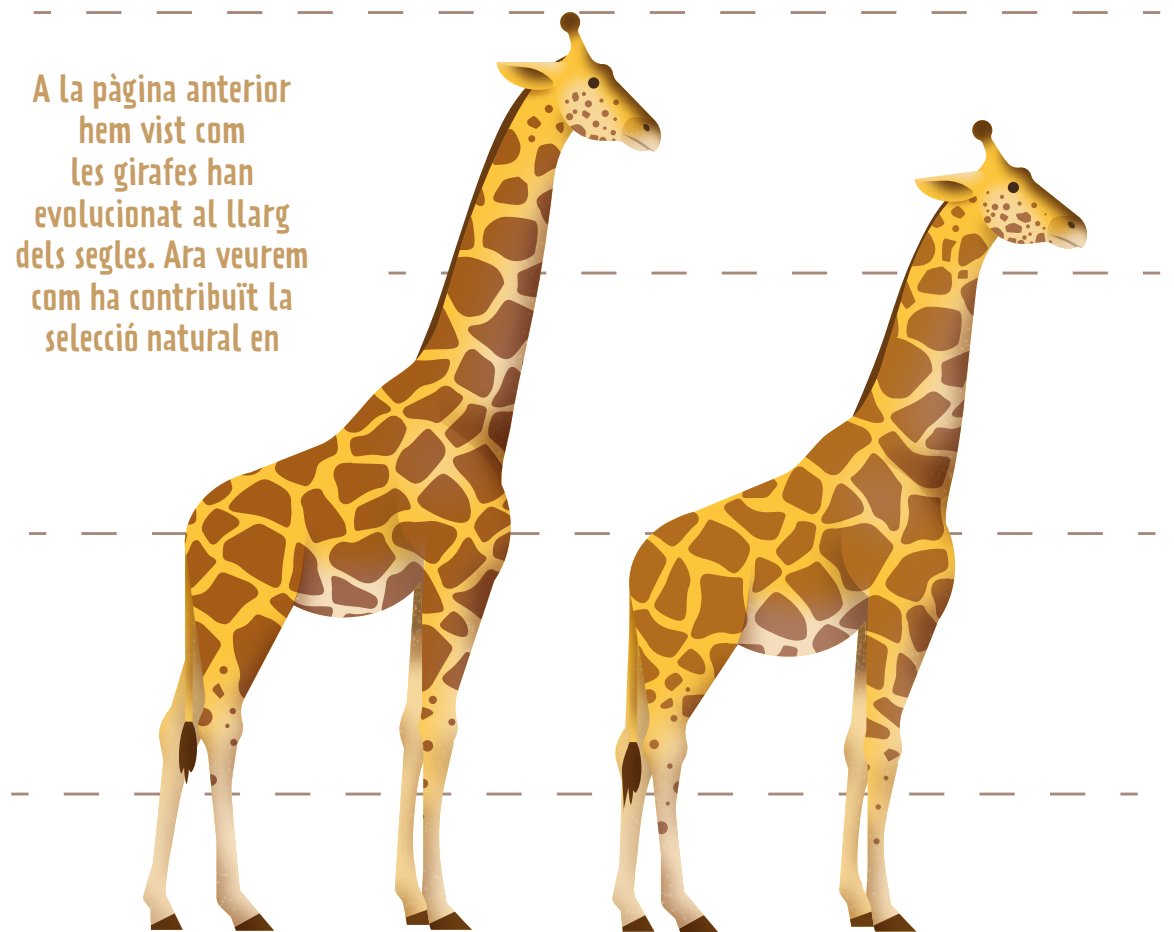
Els éssers vius som diferents els uns dels altres. Fins i tot dins d'una mateixa espècie tenim trets i característiques pròpies que ens fan únics i ens distingeixen de la resta. Les diferències poden ser de molts tipus, molt subtils o molt evidents.

El gran naturalista anglès Charles Darwin (vegeu la pàg. 14) es va adonar que els trets amb els quals neix un individu fan que tingui més o menys possibilitats de sobreviure. És a dir, se seleccionen els individus més ben adaptats.

A part de sobreviure més, els ben adaptats tenen més possibilitats de tenir descendència a la qual traspasar aquests bons trets. Així, cada cop naixerà un nombre més gran d'individus més ben adaptats al seu entorn i l'espècie evolucionarà.

Darwin va utilitzar aquesta idea de la **selecció natural** per explicar l'**evolució biològica** al seu famós llibre *L'origen de les espècies*.

A la pàgina anterior hem vist com les girafes han evolucionat al llarg dels segles. Ara veurem com ha contribuït la selecció natural en



Diferència en els trets

En una població de girafes, no totes tenen el coll ni les potes igual de llargs. N'hi haurà unes de més altes que les altres.

ELS INDIVIDUS NO SÓN ELS QUE EVOLUCIONEN, SINÓ LES POBLACIONS D'UNA ESPÈCIE.

No hi pot haver un nombre il·limitat d'individus a l'entorn

Cada espècie aprofita el seu avantatge adaptatiu.

Les girafes s'alimenten de l'alta vegetació, de les fulles d'arbres i matolls que no es troben arran de terra i que altres animals no poden assolir.



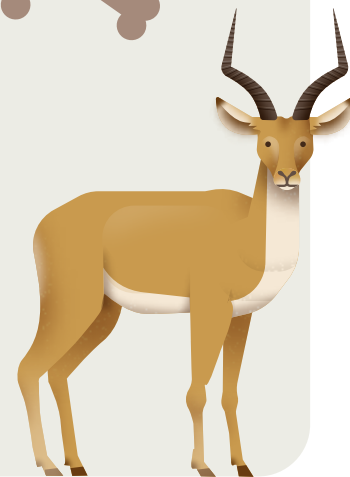
ELS RECURSOS SÓN LIMITATS

Com que no hi ha un nombre infinit d'arbres, l'entorn no pot suportar un nombre il·limitat de girafes o d'altres herbívors que hi conviuen.

Les girafes més altes podran assolir les fulles més allunyades, mentre que les més baixetes no hi arribaran. Quan les fulles més properes s'acabin, les girafes amb el coll o les potes més curts tindran menys possibilitats de sobreviure.

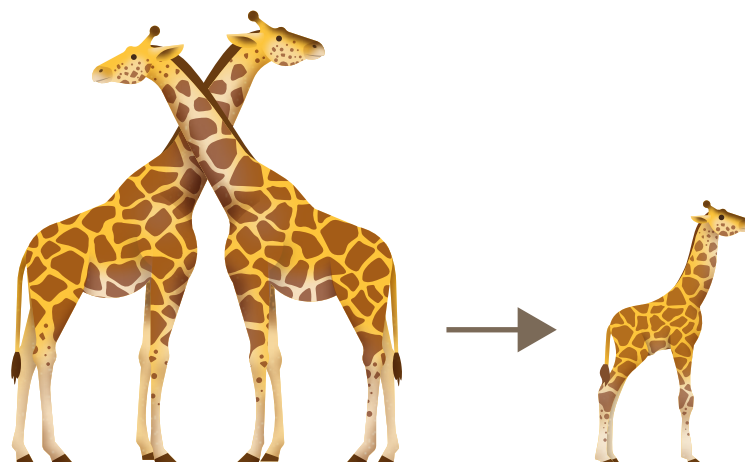


Les girafes de coll i potes llargs són afortunades: tenen uns «bons caràcters» que els donen avantatge a l'entorn on viuen.



Els bons trets s'hereten

Gràcies als seus trets, les girafes altes tindran més possibilitats de sobreviure, reproduir-se i transmetre els seus «bons caràcters» a les cries, que heretaran potes i coll llargs.



Resultat final

Amb el temps, els trets més avantatjats, els que permeten a les girafes tenir més descendència, seran més comuns a la població i cada vegada hi haurà més girafes altes.

El viatge del BEAGLE



Charles Darwin

1809-1882

Darwin va ser un naturalista anglès que des de petit va viure fascinat per la natura i el col·leccionisme de petxines, minerals...

Fill i net de metges, el jove Darwin va entrar a la Universitat d'Edimburg per cursar Medicina. Però els estudis li van resultar tan avorrits i desagradables que el seu pare va enviar-lo a Cambridge per estudiar la carrera eclesiàstica. Va ser allà on va rebre classes de botànica, entomologia (insectes) i geologia, i on va conèixer importants naturalistes. Entre ells, el seu mestre i amic John Henslow.

Va ser Henslow qui el va recomanar com a naturalista per al viatge que canviaria la seva vida: el de l'*HMS Beagle*.

Durant gairebé cinc anys, Darwin va viatjar arreu del món, estudiant, recol·lectant i investigant biologia, geologia, paleontologia i altres disciplines. Les seves observacions el van fer reflexionar sobre les espècies i la seva evolució.

Després del viatge, Darwin va continuar investigant sobre l'evolució de les espècies durant anys. Les seves conclusions i teories van provocar un gran enrenou i controvèrsia, però avui dia encara són fonamentals per a la biologia moderna.

La missió de l'*HMS Beagle*, capitanejat per Robert FitzRoy, era cartografiar les perilloses costes meridionals d'Amèrica del Sud i fer càlculs cronològics al voltant del globus terrestre per determinar-ne la longitud.

FitzRoy tenia només vint-i-sis anys i havia assumit el comandament del vaixell tres anys abans, després de la mort de l'anterior capità en un primer viatge científic del *Beagle* a terres sud-americanes.



Nova Zelanda
DESEMBRE de 1835



Valparaíso, Xile
JUNY de 1834
Expedició als Andes, on va poder explorar i estudiar la geologia i la biodiversitat de la regió.

Estret de Magallanes i canal de Cockburn
JUNY de 1834

Illes Galápagos
SETEMBRE de 1835
Una de les parades més importants per a la història de la ciència.

Lima, Perú
AGOST de 1834



Plymouth, Anglaterra

DESEMBRE de 1831 i 2 d'OCTUBRE de 1836

El *Beagle* salpa el 27 de desembre de 1831.

No tornarà a Anglaterra fins gairebé cinc anys després.

Les Açores, Portugal

SETEMBRE de 1836

Les Canàries

No poden desembarcar a Tenerife per culpa d'una quarantena del còlera.

Cap Verd

GENER de 1832

Darwin estudia els volcans, observa els pops i anota que aquests produeixen tintes de diferents colors segons la terra on s'amaquen.

L'Ascensió

JULIOL de 1832

Sta. Helena

Rio de Janeiro, Brasil

ABRIL de 1832

Montevideo, Uruguai

JULIOL de 1832

Costa argentina i Terra del Foc

Des del juliol de 1832 fins al juny de 1834, el *Beagle* cartografia les costes argentines i duu a terme diverses missions a l'interior del continent. Darwin troba diversos fòssils de mamífers extints.

Illes Malvines, R. U.

Cap d'Hornos

El *Beagle* era un bergantí de la Marina Reial britànica de només 27,5 metres d'eslora on viatjaven 74 persones, entre viatgers i tripulació.

El *Beagle* era un vaixell de vaixells. Quan arribava a una destinació, desplegava la seva flota de set bots perquè els científics poguessin fer els seus treballs.

Per fer els mesuraments portaven aparells d'última tecnologia, com ara cronòmetres d'última tecnologia, com ara cronòmetres (que servien per saber amb exactitud la seva posició). Els canons del vaixell eren de coure, perquè si haguessin estat de ferro, com era habitual, haurien interferit en les brúixoles i els cronòmetres.



Darwin va estudiar els esculls de corall i va desenvolupar una hipòtesi sobre la formació dels atols de corall.

Illes Coco

ABRIL de 1836

Els ornitorrincs i les diferències entre els marsupials de cada regió fan que profunditzi en les seves teories.

Sydney, Austràlia

GENER de 1836

Port Louis

ABRIL de 1832

Albany, Austràlia

MARÇ de 1832

Tasmània

