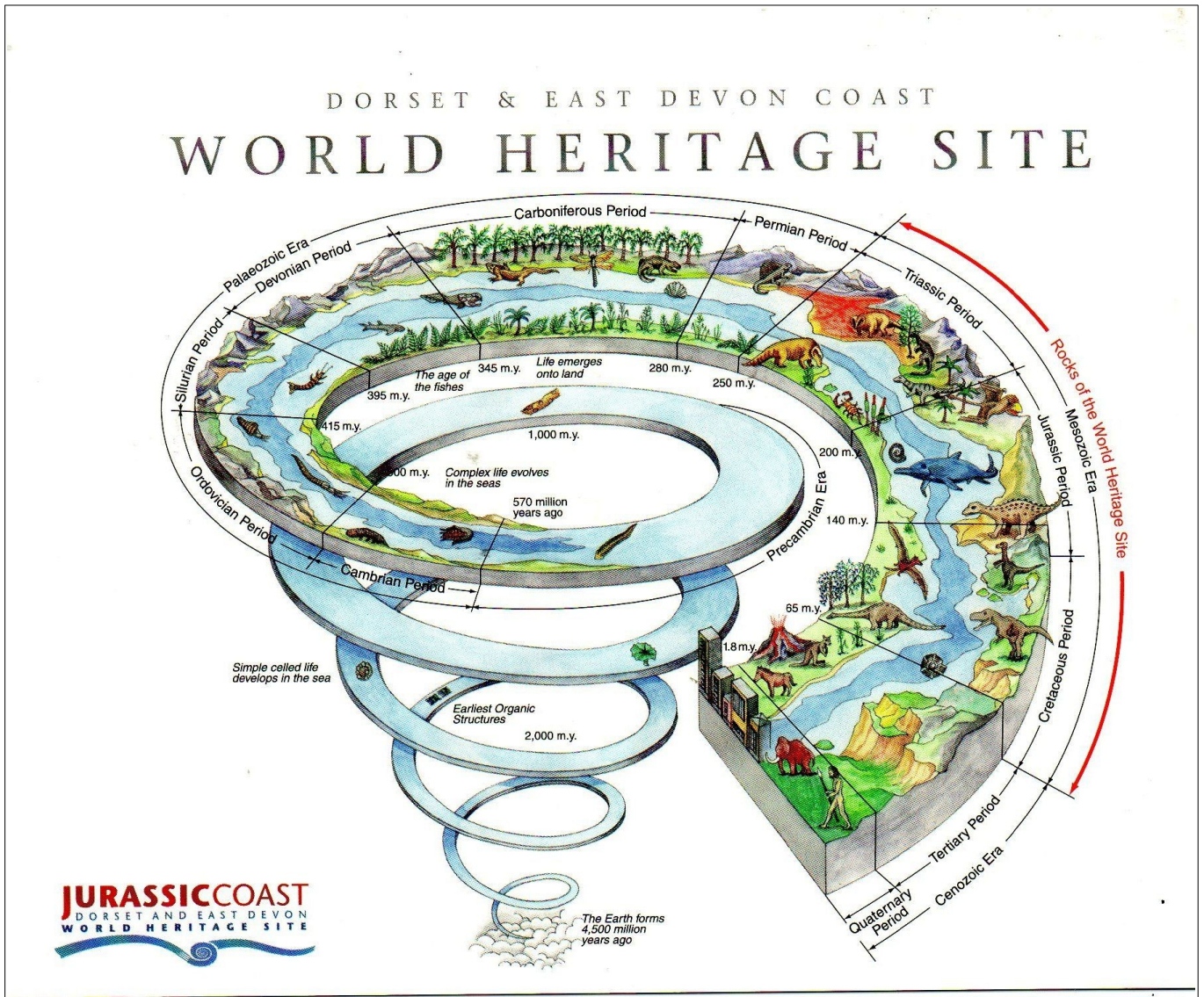


ΕΞΕΛΙΞΗ



Κεφάλαιο 3 - Εξέλιξη

3.1 Εισαγωγή

3.1.1 Ταξινόμηση των οργανισμών και εξέλιξη

3.1.2 Η θεωρία του Λαμάρκ

3.1.3 Η θεωρία της Φυσικής Επιλογής

3.1.4 Μερικές χρήσιμες αποσαφηνίσεις στη θεωρία της φυσικής επιλογής

3.1.5 Η φυσική επιλογή εν δράσει

3.2 Η σύγχρονη σύνθεση

3.2.1 Οι παράγοντες που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία

3.3 Τι είναι η φυλογένεση και από πού αντλούμε σχετικά στοιχεία

3.4 Η εξέλιξη του ανθρώπου

3.4.1 Το γενεαλογικό μας δέντρο

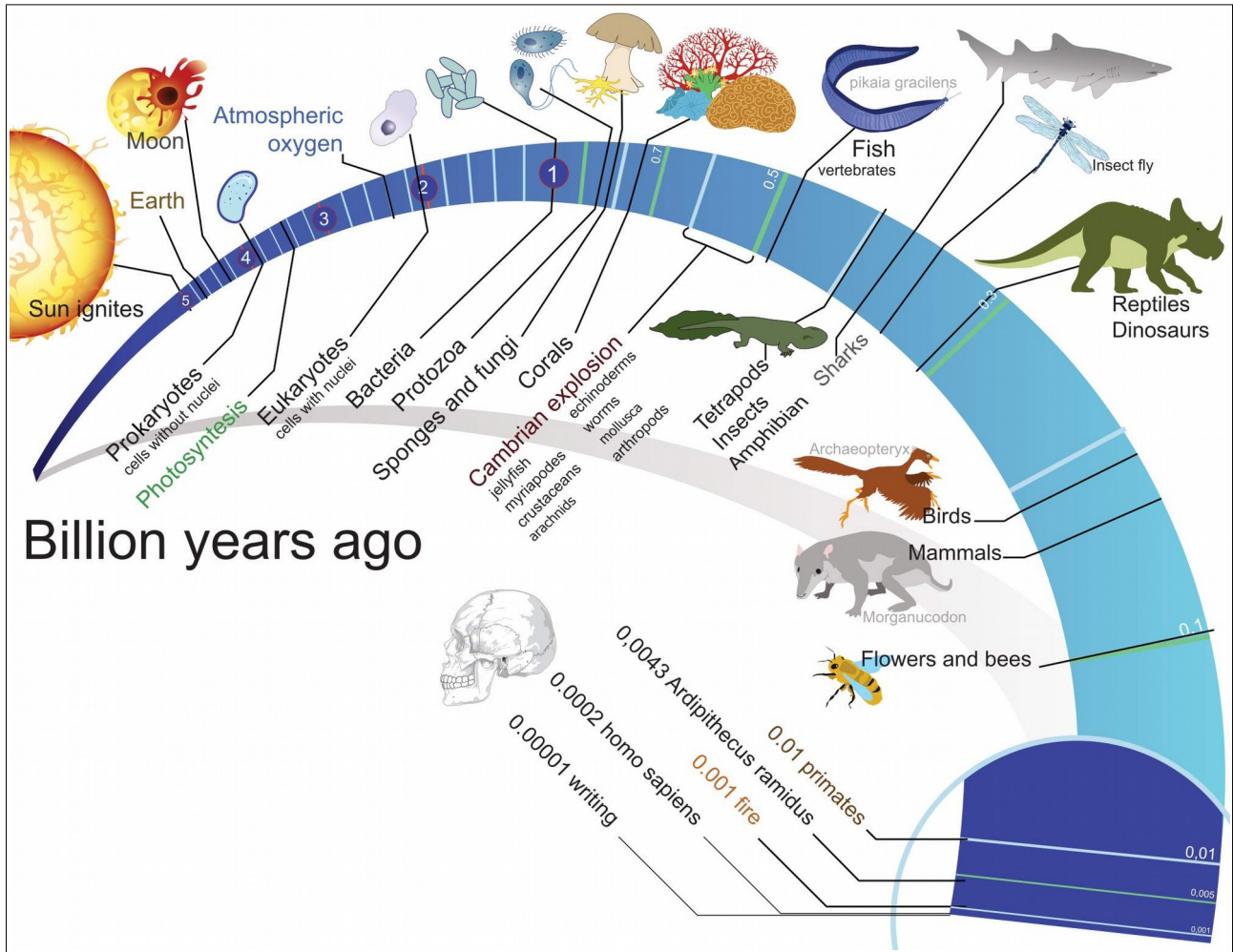
3.4.2 Η εμφάνιση των Θηλαστικών και των Πρωτευόντων

3.4.3 Τα χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων

3.4.5 Η εμφάνιση των Ανθρωπιδών

3.4.6 Οι πρώτοι άνθρωποι

3.4.7 Η ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς



3.1 Εισαγωγή

Η ιδέα της εξέλιξης είχε υποστηριχθεί και από άλλους στοχαστές που προηγήθηκαν του **Δαρβίνου**.

Σπέρματά της βρίσκονται στις θεωρίες που ανέπτυξαν οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι ήδη από τον 6ο π.Χ. αιώνα.

Το γεγονός όμως ότι στην επιστημονική σκέψη της Δύσης δέσποζαν οι απόψεις του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη, που πίστευαν στη **σταθερότητα των ειδών**, έκανε την ιδέα της εξέλιξης να ξεχαστεί για αιώνες.

Κατά τη διάρκεια του 18ου αιώνα η εξέλιξη έρχεται πάλι στο προσκήνιο.

Ο Γάλλος ζωολόγος **Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ** (1744-1829), ο οποίος επινόησε τον όρο **Βιολογία**, ήταν ο πρώτος που υποστήριξε με επιχειρήματα ότι τα είδη μεταβάλλονται και ότι η ζωή στον πλανήτη μας έχει προέλθει από απλούστερες μορφές που σταδιακά έγιναν πιο περίπλοκες.

Ο **Δαρβίνος** όμως τη διατύπωσε με επιστημονικούς όρους και επίσης υπέδειξε το μηχανισμό με τον οποίο αυτή συμβαίνει (φυσική επιλογή).

Ένας από τους λόγους για τους οποίους άργησε να γίνει αποδεκτή η θεωρία της εξέλιξης των ειδών, που διατυπώθηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο, ήταν ότι στο σύντομο χρονικό διάστημα της ζωής του ανθρώπου **δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτές** οι μεταβολές που υφίστανται τα είδη.

Η **Βιολογία**, όπως και κάθε άλλη **επιστήμη**, βασίζεται πάνω σε μερικές θεμελιώδεις γενικεύσεις, πάνω δηλαδή σε μερικές αρχές που ισχύουν σε όλη την έκταση των αντικειμένων που μελετά.

-**Κυτταρική Θεωρία**, η οποία υποστηρίζει ότι όλα τα έμβια όντα αποτελούνται από κύτταρα και από προϊόντα κυττάρων

-**Θεωρία της Εξέλιξης**, η θεωρία δηλαδή που υποστηρίζει ότι όλα τα έμβια όντα είναι προϊόν εξέλιξης που υπέστησαν προγενέστεροι οργανισμοί.

Χωρίς αυτή τη θεωρία η Βιολογία θα έμοιαζε περισσότερο με μια στείρα περιγραφή φυτικών και ζωικών οργανισμών από την οποία θα έλειπε ο μίτος που τους συνδέει μεταξύ τους

3.1.1 Ταξινόμηση των οργανισμών και εξέλιξη

Το είδος αποτελεί τη θεμελιώδη μονάδα ταξινόμησης.

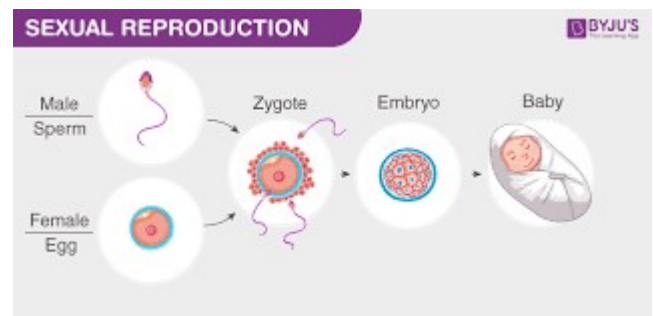
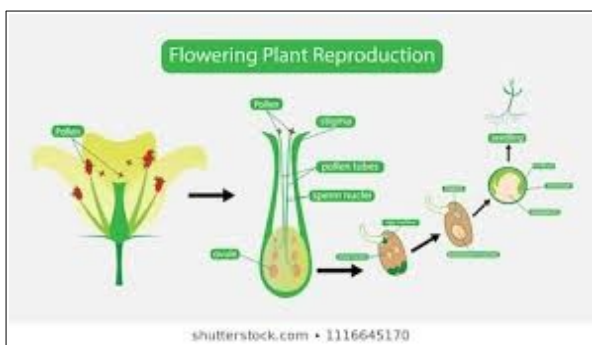
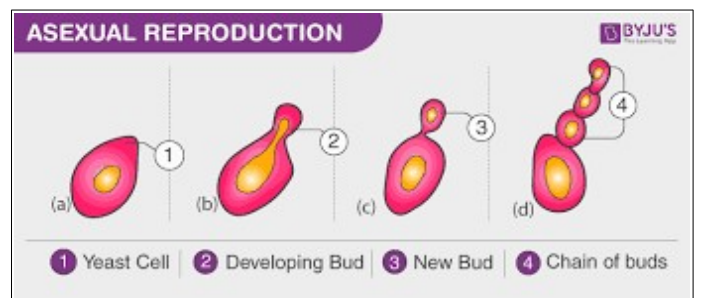
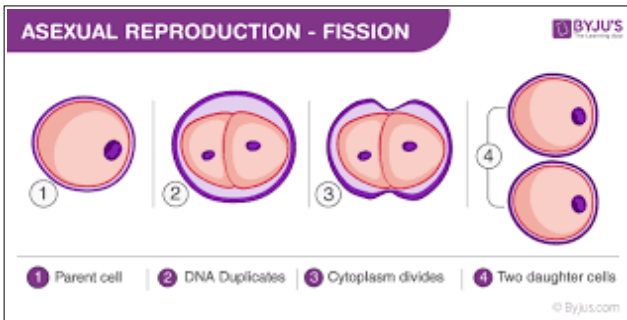
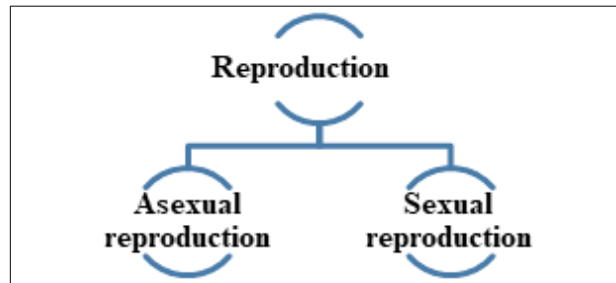
Ποιο κριτήριο χρησιμοποιούμε για να καταλάβουμε εάν δύο οργανισμοί ανήκουν στο ίδιο είδος :

-**Τυπολογικό κριτήριο**, δηλαδή το κριτήριο της ομοιότητας μεταξύ των οργανισμών για τους οργανισμούς που αναπαράγονται **Μονογονικά** (asexual reproduction).

Όταν δύο οργανισμοί έχουν **κοινά μορφολογικά** και **βιοχημικά** χαρακτηριστικά,ομαδοποιούνται στο **ίδιο είδος**

-**Μειξιολογικό κριτήριο**, της δυνατότητας αναπαραγωγής με άλλο άτομο οργανισμούς που αναπαράγονται Αμφιγονικά (sexual reproduction)

Στο ίδιο είδος ανήκουν όλοι οι οργανισμοι που μπορούν να αναπαραχθούν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους

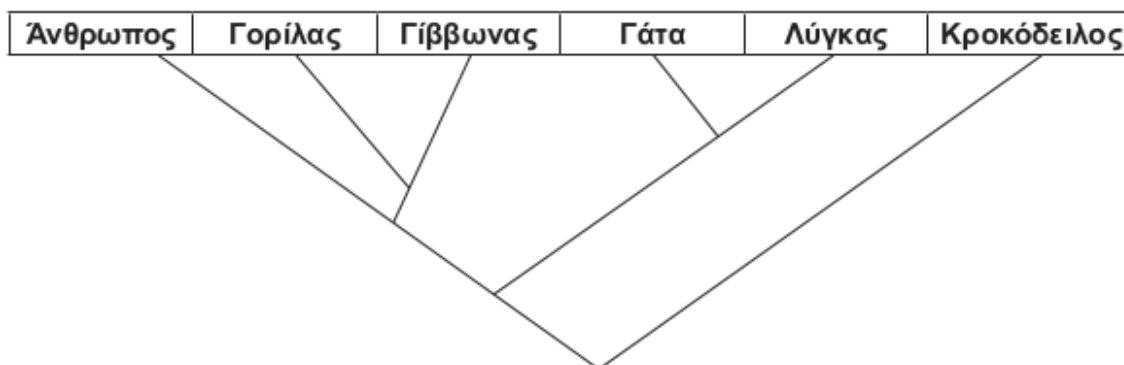


Με βάση αυτό το **τυπολογικό κριτήριο**, που αποτελεί επινόηση του Σουηδού φυσιολόγου **Λινναίου**, έχει ταξινομηθεί το σύνολο των διαφορετικών οργανισμών του πλανήτη και έχει γίνει δυνατή η **συγκρότηση ευρύτερων ταξινομικών βαθμίδων** πέρα από το είδος.

- Έτσι τα είδη που μοιάζουν μεταξύ τους περισσότερο από ό,τι άλλα συνιστούν **ένα γένος**
- τα γένη που μοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους από ό,τι άλλα συνιστούν μια **οικογένεια**
- οι οικογένειες μια **τάξη**
- οι τάξεις μια **κλάση**
- οι κλάσεις ένα **φύλο**

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

	Άνθρωπος	Γορίλας	Γίββωνας	Γάτα	Λύγκας	Κροκόδειλος
Είδος	<i>Homo sapiens</i>	<i>G. Gorilla</i>	<i>H. lar</i>	<i>F. domesticus</i>	<i>F. sylvestris</i>	<i>C. niloticus</i>
Γένος	<i>Homo</i>	<i>Gorilla</i>	<i>Hylobates</i>	<i>Felis</i>	<i>Felis</i>	<i>Crocodylus</i>
Οικογένεια	Ανθρωπίδες	Ανθρωποπίθηκοι		Αιλουροειδή		Crocodylidae
Τάξη	Πρωτεύοντα			Σαρκοφάγα		Κροκοδείλια
Κλάση	Θηλασικά					Ερπετά
Φύλο	Χορδωτά					

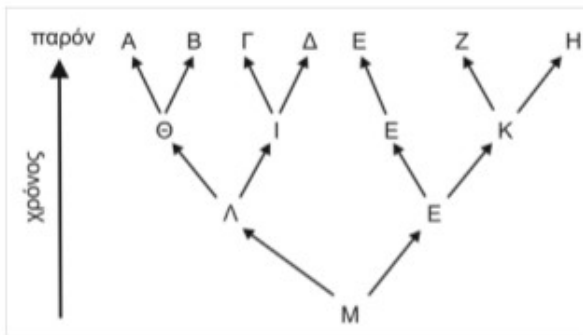


Εικόνα 3.2: Το φυλογενετικό δέντρο ορισμένων οργανισμών διαφορετικού είδους: Αρκεί μια ματιά, για να διαπιστωθεί ότι οι οργανισμοί που μοιράζονται κοινό πρόγονο είναι αρκετά συγγενικοί, ώστε να τοποθετούνται στην ίδια συστηματική βαθμίδα.

Οι λεμούριοι, οι χιμπατζήδες και οι άνθρωποι ανήκουν στην ίδια τάξη. Ποιες είναι οι κοινές ευρύτερες ταξινομικές βαθμίδες;

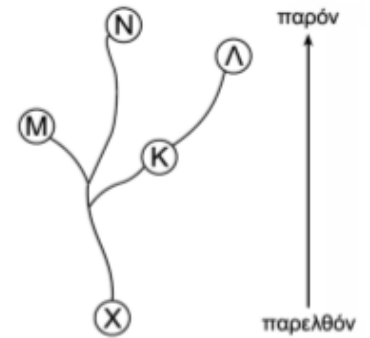
- A. Οικογένεια, κλάση.
- B. Γένος, φύλο.
- Γ. Κλάση, φύλο.
- Δ. Φύλο, είδος.

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι εξελικτικές διαδρομές μερικών ειδών. Ποιο είδος έχει μεγαλύτερη ικανότητα επιβίωσης στις μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών;



- A. A
- B. E
- Γ. M
- Δ. K

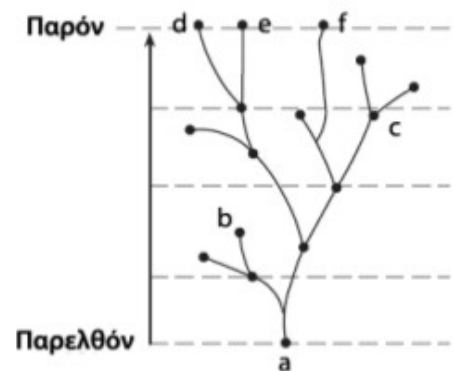
Το διάγραμμα αναπαριστάει εξελικτικές διαδρομές 5 διαφορετικών ειδών. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις αποτυπώνεται στο διάγραμμα;



- A. Το είδος Λ είναι πρόγονος του είδους Κ.
- B. Τα είδη Μ και Ν μπορούν να έχουν κοινούς απογόνους που θα μοιάζουν στο πιο εξελιγμένο είδος Ν.
- Γ. Τα είδη Κ και Λ εξελίχθηκαν από έναν πρόσφατο κοινό πρόγονο.
- Δ. Τα είδη Μ και Λ παρουσιάζουν πρωτεΐνες με όμοιες λειτουργίες.

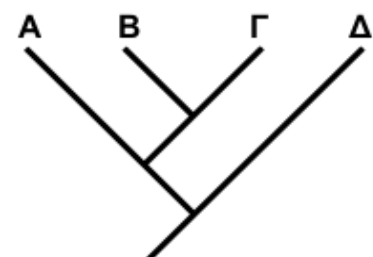
Το διάγραμμα απεικονίζει τις πιθανές εξελικτικές διαδρομές μερικών ειδών. Ποιο από τα παρακάτω συμπεράσματα είναι σωστό με βάση τις πληροφορίες του διαγράμματος;

- A. Το είδος (a) είναι ο κοινός πρόγονος όλων των μορφών ζωής επάνω στη Γη.
- B. Το είδος (d) είναι πιο συγγενικό με το είδος (e) απ' ό,τι με το είδος (f).
- Γ. Το είδος (b) είναι ο πρόγονος του είδους (f).
- Δ. Το είδος (c) είναι ο πρόγονος των ειδών παρόντος χρόνου.



Με βάση το φυλογενετικό δένδρο του σχήματος, ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή ως προς την εξελικτική συγγένεια των ειδών Α, Β, Γ, Δ;

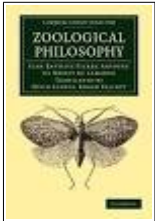
- A. Τα είδη Β και Γ παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συγγένεια, ακολουθούν τα Α και Β και τέλος τα Α και Δ.
- B. Τα είδη Α και Β είναι περισσότερο συγγενή, ακολουθούν τα Α και Γ και τέλος τα Β και Γ.
- Γ. Τα είδη Α και Β παρουσιάζουν τη μικρότερη συγγένεια ενώ τα Α και Δ τη μεγαλύτερη συγγένεια.
- Δ. Το είδος Α είναι περισσότερο συγγενές με το Δ παρά με το Β.



Η θεωρία του Λαμάρκ

Κατά τη διάρκεια του 18ου αιώνα η εξέλιξη έρχεται πάλι στο προσκήνιο.

Ο Γάλλος ζωολόγος **Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ** (1744-1829), ο οποίος επινόησε τον όρο Βιολογία, ήταν ο πρώτος που υποστήριξε με επιχειρήματα ότι **τα είδη μεταβάλλονται** και ότι η **ζωή στον πλανήτη μας έχει προέλθει από απλούστερες μορφές** που σταδιακά έγιναν πιο περίπλοκες.



Ήταν επίσης ο πρώτος που παρουσίασε στο βιβλίο του **Η φιλοσοφία της Ζωολογίας**, το οποίο εκδόθηκε το 1809, μια ολοκληρωμένη θεωρία, για να εξηγήσει πώς τα φυτά και τα ζώα εξελίσσονται .

Η άποψη του Λαμάρκ ήταν :

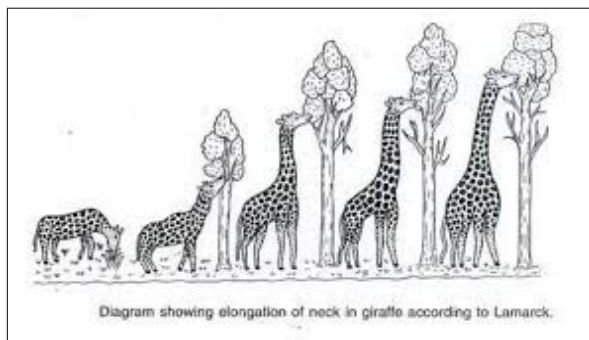
-ότι η **άβια ύλη** παράγει **ατελείς μορφές ζωής**

-οι **ατελείς μορφές ζωής** εξελίσσονται σε **συνθετότερες** εξαιτίας μιας έμφυτης τάσης των όντων για συνεχή πρόοδο.

Κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων οι πρωτόγονοι οργανισμοί μετατρέπονται σταδιακά, κατά μήκος μιας «**νοητής φυσικής κλίμακας**», σε πιο εξελιγμένους, με τη βοήθεια μιας εσωτερικής δύναμης, η οποία στοχεύει στη βελτίωσή τους.

- Σύμφωνα με την **αρχή της χρήσης και της αχρησίας**, τα όργανα ενός ζώου που βοηθούν στην προσαρμογή του στο περιβάλλον χρησιμοποιούνται από αυτό περισσότερο, αναπτύσσονται και μεγαλώνουν, ενώ τα όργανα εκείνα που δε συμβάλλουν στην προσαρμογή του περιπίπτουν σε αχρησία, ατροφούν και εξαφανίζονται. Μ' αυτό τον τρόπο τα **ζώα αποκτούν νέα χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της ζωής τους**.

-Ο Λαμάρκ πίστευε ότι τα **επίκτητα** αυτά **χαρακτηριστικά κληροδοτούνται** στη συνέχεια στους απογόνους. Έτσι, με την πάροδο του χρόνου, **συσσωρεύονται πολλές αλλαγές** οι οποίες **οδηγούν στη δημιουργία ενός είδους** που είναι διαφορετικό από το αρχικό.

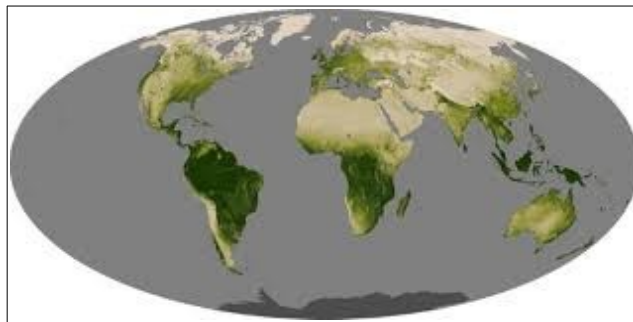


Η Θεωρία της φυσικής επιλογής

Η διαδικασία με την οποία οι οργανισμοί που είναι περισσότερο προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους επιβιώνουν και αναπαράγονται περισσότερο από τους λιγότερο προσαρμοσμένους ονομάστηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο Φυσική Επιλογή

Η θεωρία του Δαρβίνου προσέφερε μια απλή αλλά πειστική εξήγηση για την ποικιλία των ειδών στη Γη.

Επειδή οι διάφορες περιοχές έχουν διαφορετικές συνθήκες και διαφορετικές ευκαιρίες επιβίωσης, διαφορετικοί οργανισμοί επιλέγονται από τη φυσική επιλογή ως οι πιο προσαρμοσμένοι στο συγκεκριμένο περιβάλλον



Ο όρος Φυσική Επιλογή χρησιμοποιήθηκε σε αντιδιαστολή με την τεχνητή επιλογή την οποία κάνει ο άνθρωπος κάθε φορά που επιλέγει τα καταλληλότερα ζώα (ή φυτά) ή αυτά που έχουν οικονομικό ενδιαφέρον, προκειμένου να παραγάγει απογόνους με επιθυμητά χαρακτηριστικά



Μερικές χρήσιμες αποσαφηνίσεις στη Θεωρία της Φυσικής Επιλογής

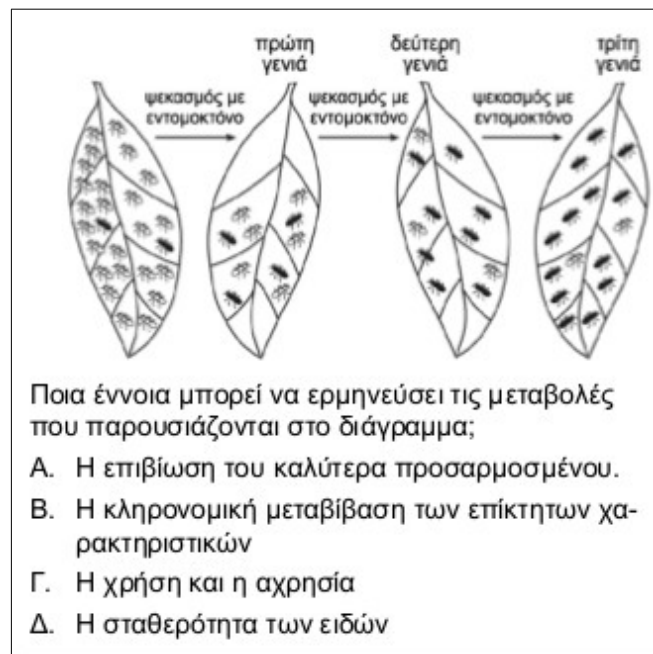
-Ένα από τα σημεία που χρειάζονται αποσαφήνιση στη θεωρία που διατύπωσε ο Δαρβίνος είναι το **πού τελικά δρα η φυσική επιλογή**.

Για την εξελικτική λοιπόν θεωρία η **φυσική επιλογή δρα στον πληθυσμό** και συνεπώς ο πληθυσμός αντιπροσωπεύει τη μικρότερη δυνατή μονάδα που μπορεί να εξελιχθεί.

-Η εξέλιξη απαιτεί **συσσώρευση πολλών νέων κληρονομήσιμων** χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους **πληθυσμούς διαδοχικών γενεών** με τη δράση της φυσικής επιλογής .

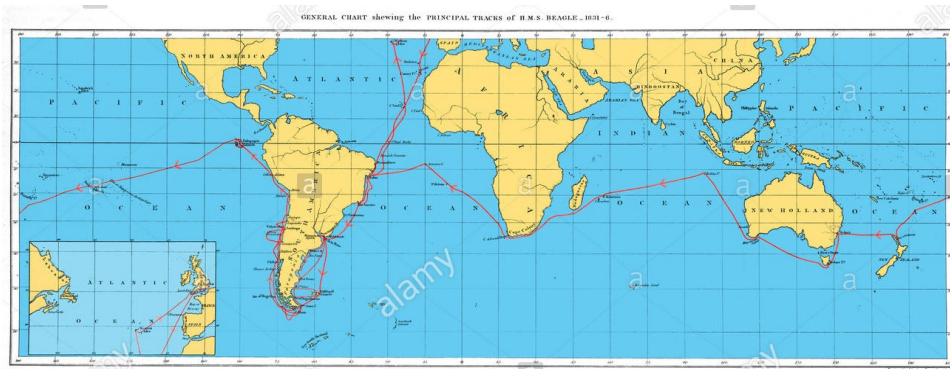
-Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η **δράση της φυσικής επιλογής είναι τοπικά και χρονικά προσδιορισμένη**. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή και από χρονική στιγμή σε χρονική στιγμή.

Έτσι είναι δυνατόν ένα χαρακτηριστικό που αποδεικνύεται προσαρμοστικό σε μια περιοχή μια καθορισμένη χρονική στιγμή να είναι άχρηστο ή και δυσμενές σε μια άλλη περιοχή ή σε μια άλλη χρονική στιγμή.



Ο Δαρβίνος, **πριν από το ταξίδι**, πίστευε, όπως οι περισσότεροι άνθρωποι της εποχής του, ότι τα είδη είναι σταθερά και δε μεταβάλλονται.

Το υλικό όμως που είχε συλλέξει και οι παρατηρήσεις που είχε πραγματοποιήσει δεν άργησαν να τον οδηγήσουν στην ιδέα ότι τα **είδη μεταβάλλονται**.



Η θεωρία της φυσικής επιλογής μπορεί να συνοψιστεί σε **4 βασικές παρατηρήσεις** και σε **3 συμπεράσματα** που απορρέουν από αυτές.

- Παρατήρηση 1. Οι **πληθυσμοί** των διάφορων ειδών **τείνουν να αυξάνονται** από γενιά σε γενιά με **ρυθμό γεωμετρικής προόδου**.
- Παρατήρηση 2. Αν εξαιρεθούν οι εποχικές διακυμάνσεις, τα **μεγέθη των πληθυσμών παραμένουν σχετικά σταθερά**.

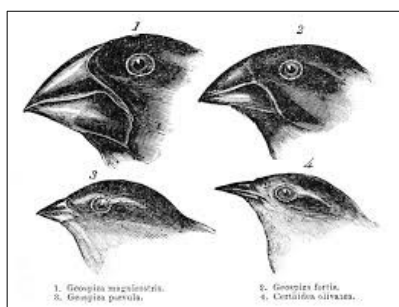
Συμπέρασμα 1. Για να παραμείνει σταθερό το μέγεθος ενός πληθυσμού, παρά την τάση για αύξηση, **μερικά άτομα δεν επιβιώνουν ή δεν αναπαράγονται**.

Συνεπώς μεταξύ των οργανισμών ενός πληθυσμού διεξάγεται ένας **αγώνας επιβίωσης**.

- Παρατήρηση 3. Τα άτομα ενός είδους **δεν είναι όμοια**.

Στους **πληθυσμούς** υπάρχει μια **τεράστια ποικιλομορφία** όσον αφορά τα φυσικά χαρακτηριστικά των μελών τους.

Συμπέρασμα 2. Η επιτυχία στον αγώνα για την επιβίωση δεν είναι τυχαία. Αντιθέτως, εξαρτάται από το είδος των χαρακτηριστικών που έχει κληρονομήσει ένας οργανισμός από τους προγόνους του. Οι **οργανισμοί** οι οποίοι έχουν **κληρονομήσει** χαρακτηριστικά που τους **βοηθούν να προσαρμόζονται καλύτερα στο περιβάλλον** τους **επιβιώνουν** περισσότερο ή/και **αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων** από τους οργανισμούς οι οποίοι έχουν κληρονομήσει λιγότερο ευνοϊκά για την επιβίωσή τους χαρακτηριστικά.



- **Παρατήρηση 4.** Τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά των γονέων κληροδοτούνται στους απογόνους τους.

Συμπέρασμα 3. Τα ευνοϊκά για την επιβίωση χαρακτηριστικά μεταβιβάζονται στην επόμενη γενιά με μεγαλύτερη συχνότητα από τα λιγότερο ευνοϊκά, καθώς οι φορείς τους επιβιώνουν και αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων από τους φορείς των λιγότερο ευνοϊκών χαρακτηριστικών.

Έτσι, με την **πάροδο του χρόνου**, η **συσσώρευση** όλο και περισσότερων ευνοϊκών χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό **μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση ενός νέου είδους.**

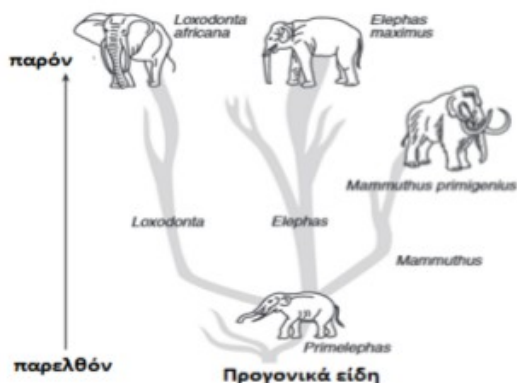
«Η φυσική επιλογή υποδηλώνει απλώς την υπεροχή για επιβίωση ή αναπαραγωγή μίας γενετικής μορφής έναντι μίας άλλης κάτω από ένα συγκεκριμένο περιβάλλον και σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Επομένως, η φυσική επιλογή από μόνη της δεν αποτελεί όπλο του είδους για την αντιμετώπιση μελλοντικών αναγκών και δεν έχει προορισμό ή σκοπό ούτε καν την επιβίωση του είδους. Η ένταση και η κατεύθυνση της επιλογής είναι τόσο ευμετάβλητες, όσο και το περιβάλλον μέσα στο οποίο δρουν.»

Douglas J. Futuyama Εξελικτική Βιολογία 2η έκδοση - Π.Ε.Κ

Με βάση το παραπάνω κείμενο συμπεραίνουμε:

- A. Η ιδέα της εξέλιξης ταυτίζεται με την ιδέα της προόδου από μία «κατώτερη» σε μία «ανώτερη» μορφή ζωής.
- B. Η φυσική εξέλιξη είχε ως τελική της «επιδίωξη» την ανάδυση του ανθρώπου.
- Γ. Η εξέλιξη και η φυσική επιλογή απλώς υπάρχουν.
- Δ. Η φυσική επιλογή είναι ένας νόμος που πρέπει να καθοδηγεί τις σχέσεις μεταξύ των απόμων.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται μία πιθανή εξελικτική διαδρομή των ελεφάντων.



Ποια από τις παρακάτω προτάσεις σχετικά με τον τρόπο της εξέλιξης είναι σωστή;

- A. Η εξέλιξη ευνοεί τα καλύτερα χαρακτηριστικά.
- B. Η εξέλιξη δεν έχει πάντα ως αποτέλεσμα την επιβίωση ενός είδους στον παρόντα χρόνο.
- Γ. Η εξελικτική διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα τους λιγότερο πολύπλοκους οργανισμούς.
- Δ. Η εξέλιξη έχει ως αποτέλεσμα τις ίδιες μεταβολές σε όλα τα είδη.

Ορισμένα έντομα μοιάζουν με τον φλοιό των δέντρων στα οποία ζουν. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις εξηγεί την ομοιότητα αυτή;

- A. Τα έντομα αναπτύσσουν προστατευτικούς χρωματισμούς για καμουφλάζ.
- B. Η επικράτηση του προστατευτικού χρωματισμού είναι αποτέλεσμα της δράσης της φυσικής επιλογής.
- Γ. Η απουσία των μεταλλάξεων έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση προστατευτικών χρωματισμών.
- Δ. Τα δέντρα προκαλούν στα έντομα μεταλλάξεις οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση προστατευτικών χρωματισμών.

Τα μαμούθ εξαφανίστηκαν πριν από χιλιάδες χρόνια, ενώ άλλα είδη θηλαστικών τα οποία συνυπήρξαν με τα μαμούθ εξακολούθουν να ζουν ακόμα. Ο λόγος είναι ότι τα θηλαστικά που ζουν σήμερα, σε αντίθεση με τα μαμούθ:

- A. έδιναν απογόνους που είχαν όλοι πανομοιότυπα κληρονομικά χαρακτηριστικά
- B. δεν αντιμετώπισαν αγώνα για την επιβίωση
- Γ. έμαθαν να μεταναστεύουν σε νέο περιβάλλον
- Δ. είχαν κληρονομικά χαρακτηριστικά τα οποία τους έδωσαν τη δυνατότητα επιβίωσης στις συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες

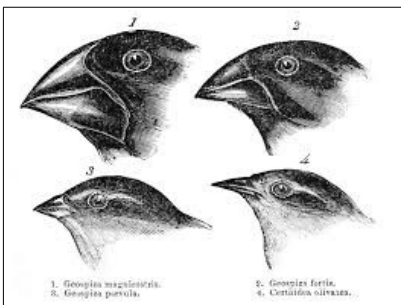
Σύμφωνα με τη θεωρία της Φυσικής Επιλογής, κάποια άτομα έχουν περισσότερες πιθανότητες επιβίωσης και αναπαραγωγής από ότι κάποια άλλα, διότι:

- A. μεταφέρουν στους απογόνους τους νέες ιδιότητες που έχουν αποκτήσει κατά τη διάρκεια της ζωής τους
- B. είναι προσαρμοσμένα καλύτερα στο περιβάλλον τους από ότι κάποια άλλα
- Γ. δεν μεταφέρουν στους απογόνους τους νέα χαρακτηριστικά που αποκτούν τα ίδια κατά τη διάρκεια της ζωής τους
- Δ. έχουν την τάση να παράγουν λιγότερους απογόνους από κάποια άλλα με τα οποία βρίσκονται στο ίδιο περιβάλλον

Σε πληθυσμούς ενός είδους σπίνων εδάφους των νησιών Γκαλαπάγκος έχουν παρατηρηθεί εξελικτικές αλλαγές στο μέγεθος του ράμφους. Ανάμεσα στους μικρούς και μεγάλους σπόρους, οι σπίνι αυτοί προτιμούν τους μικρούς σπόρους οι οποίοι θρυμματίζονται πιο εύκολα. Η διαθεσιμότητα όλων των σπόρων είναι περιορισμένη σε περιόδους ξηρασίας. Οι μικροί σπόροι καταναλώνονται γρήγορα και παραμένουν μόνο οι μεγάλοι για τη διατροφή των σπίνων. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι τέτοιες μεταβολές στις διατροφικές επιλογές σχετίζονται με την αύξηση του μέσου μεγέθους του ράμφους των σπίνων αυτών.

43. Η πιο πιθανή εξήγηση για την αύξηση του μέσου μεγέθους του ράμφους είναι:

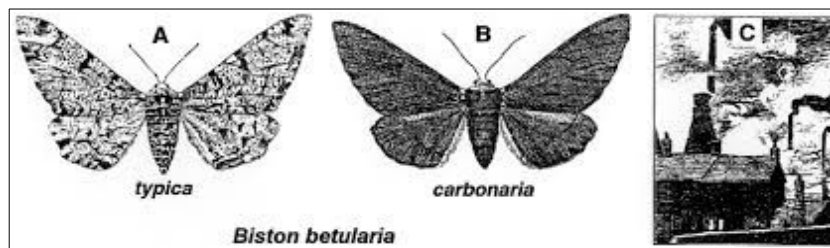
- A. Η ιδιότητα είναι κληρονομική και οι σπίνι με μεγάλο ράμφος έχουν μεγαλύτερη αναπαραγωγική επιτυχία.
- B. Οι σπίνι αποκτούν μεγαλύτερο ράμφος ως αποτέλεσμα της πρόσθετης εξάσκησης να τραφούν με μεγάλους σπόρους.
- Γ. Οι σπίνι διασταυρώθηκαν με άλλα είδη πουλιών που είχαν μεγάλο ράμφος και απέκτησαν την ιδιότητα αυτή.
- Δ. Η έλλειψη των μικρών σπόρων προκάλεσε μετάλλαξη η οποία οδήγησε στην εμφάνιση μεγάλου ράμφους



Σε ένα πληθυσμό πουλιών που ζουν σε ένα μακρινό νησί, ποικιλία στο ράμφος τους υπάρχει όταν:

- A. υπάρχει υψηλό επίπεδο ανταγωνισμού για περιορισμένη τροφή
- B. οι κλιματολογικές συνθήκες παραμένουν αμετάβλητες
- Γ. υπάρχει μεγάλη ποικιλία τροφής
- Δ. αποτελούν τροφή για μεγάλο αριθμό αρπακτικών

Η φυσική επιλογή εν δράσει - Βιομηχανικός Μελανισμός



Ένα πολύ γνωστό παράδειγμα δράσης της φυσικής επιλογής είναι αυτό της πεταλούδας *Biston betularia*, ενός εντόμου που είναι πολύ διαδεδομένο στην Αγγλία και στη Σκωτία.

Η πεταλούδα αυτή συναντιέται σε δύο παραλλαγές που διαφέρουν ως προς το χρωματισμό τους. Η μία είναι ανοιχτόχρωμη και φέρει σκούρες κηλίδες στις πτέρυγές της, ενώ η άλλη είναι εξ ολοκλήρου μαύρη. (**ποικιλομορφία**)

-Πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση πολυπληθέστερες ήταν οι ανοιχτόχρωμες πεταλούδες, ενώ οι μαύρες ήταν ελάχιστες. (**ποικιλομορφία**)

-Μετά όμως τη Βιομηχανική Επανάσταση τα πράγματα άλλαξαν ριζικά: βαθμιαία άρχισαν να επικρατούν οι μαύρες πεταλούδες, έτσι ώστε στις αρχές του 20ού αιώνα να αποτελούν αυτές τη μοναδική σχεδόν παραλλαγή πεταλούδας σε πολλές βιομηχανικές περιοχές (όπως το Μάντσεστερ).

Το φαινόμενο αυτό, το οποίο συσχετίστηκε με τη βιομηχανική ρύπανση, ονομάστηκε **βιομηχανικός μελανισμός** και έκτοτε έχει παρατηρηθεί σε δεκάδες είδη εντόμων που ζουν σε βιομηχανικές περιοχές.

Η εξήγηση του φαινομένου βρίσκεται στη **δράση της φυσικής επιλογής**.

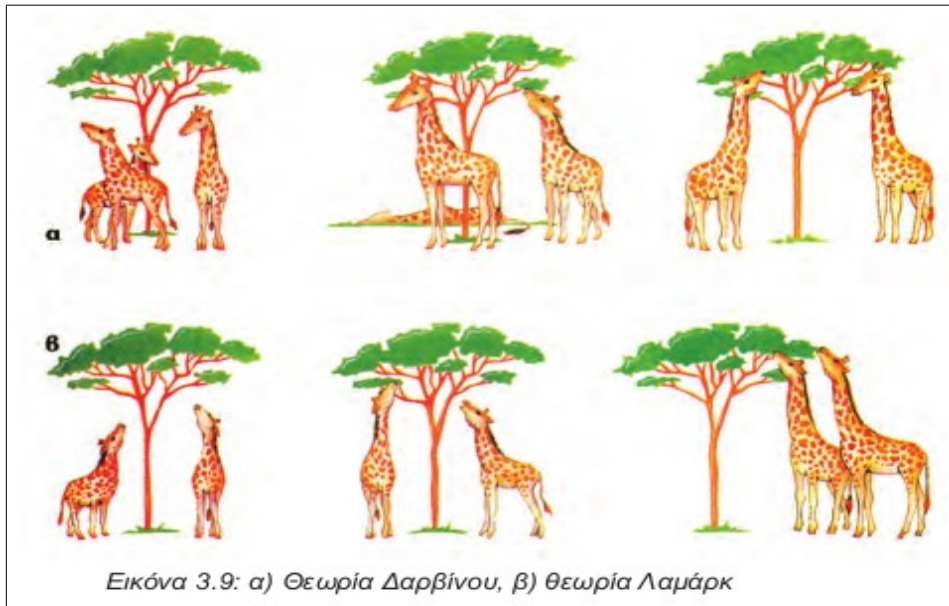
-Πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση οι κορμοί των δέντρων είχαν το φυσικό ανοιχτό χρώμα τους. Οι ανοιχτόχρωμες πεταλούδες που αναπαύονταν επάνω τους (γιατί η πεταλούδα αυτή τρέφεται τη νύχτα και αναπαύεται την ημέρα) διακρίνονταν δυσκολότερα από τους θηρευτές τους, τα εντομοφάγα πτηνά, σε σχέση με τις μαύρες.

Για το λόγο αυτό επικράτησαν στους τοπικούς πληθυσμούς της πεταλούδας, αφού είχαν μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης -και μεταβίβασης του χαρακτηριστικού τους (ανοιχτό χρώμα πτερώγων) στις επόμενες γενιές- από τις μαύρες.

-Όταν μαύρισαν οι κορμοί των δέντρων εξαιτίας της βιομηχανικής ρύπανσης, η δράση της φυσικής επιλογής αντιστράφηκε.

Το προσαρμοστικό πλεονέκτημα το είχαν πλέον οι μαύρες πεταλούδες, που ήταν περισσότερο δυσδιάκριτες στους κορμούς από τις ανοιχτόχρωμες. Έτσι βαθμιαία άρχισαν να επικρατούν αριθμητικά, καθώς επιβίωναν περισσότερο και μεταβίβαζαν με μεγαλύτερη συχνότητα το χρωματισμό τους στις επόμενες γενιές από τις ανοιχτόχρωμες.

Σύγκριση της Θεωρίας του Λαμάρκ με τη Θεωρία του Δαρβίνου



Εικόνα 3.9: α) Θεωρία Δαρβίνου, β) θεωρία Λαμάρκ

Θεωρία του Λαμάρκ	Θεωρία του Δαρβίνου
Οι καμηλοπαρδάλεις δημιουργήθηκαν από οργανισμούς κατώτερων βαθμίδων διαμέσου της φυσικής κλίμακας .	Στο φυλογενετικό δέντρο των καμηλοπαρδάλεων, σε κάποιο προγονικό είδος, υπήρχαν ζώα με λαιμούς ποικίλου μήκους.
Τα χαμηλότερα κλαδιά απογυμνώθηκαν από τα φύλλα τους, οπότε προέκυψε η ανάγκη για πρόσβαση των καμηλοπαρδάλεων, που ως τότε είχαν κοντούς λαιμούς, στα ψηλότερα κλαδιά.	Ο αριθμός των ζώων που γεννιούνταν ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των ζώων που μπορούσε να θρέψει το περιβάλλον. Προέκυψε λοιπόν η ανάγκη ελέγχου του μεγέθους του πληθυσμού τους.
Σύμφωνα με την αρχή της χρήσης και της αχρησίας , ορισμένα ζώα τέντωναν το λαιμό τους, για να φτάνουν τα ψηλά κλαδιά. Με το συνεχές τέντωμα και με τη βοήθεια μιας εσωτερικής δύναμης ο λαιμός τους μάκρυνε (τα ζώα δεν εξαφανίστηκαν).	Η φυσική επιλογή ευνόησε τα άτομα με τον ψηλότερο λαιμό, γιατί μπορούσαν να προσεγγίσουν τροφή καλύτερης ποιότητας ή μεγαλύτερης ποσότητας. Τα άτομα με κοντό λαιμό σταδιακά λιγότευαν και τελικά εξαφανίστηκαν .
Σύμφωνα με την αρχή της κληρονομικής μεταβίβασης των επίκτητων χαρακτηριστικών , ο μακρύς λαιμός κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.	Ο μακρύς λαιμός κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.

3.2 Η σύγχρονη σύνθεση

Συνθετική Θεωρία : Η επαναδιατύπωση της θεωρίας του Δαρβίνου σε μια **σύγχρονη Θεωρία** για την εξέλιξη . Η συνθετική θεωρία δεν αναιρεί τον πυρήνα της συλλογιστικής του Δαρβίνου, αντίθετα τον **εμπλουτίζει με τα νέα δεδομένα** από τις ανακαλύψεις της Μοριακής Βιολογίας και της Γενετικής Πληθυσμών .

Η άποψη του Δαρβίνου ότι ο μηχανισμός με τον οποίο προχωρεί η εξέλιξη είναι η φυσική επιλογή δεν έγινε ακόμη εντελώς αποδεκτή.

Ο σημαντικότερος λόγος γι' αυτό ήταν ότι εκείνη την εποχή έλειπε μια πειστική θεωρία για την κληρονομικότητα, μια θεωρία δηλαδή που να μπορεί να εξηγήσει

-πώς μεταβιβάζονται τα χαρακτηριστικά από τους γονείς στους απογόνους

αλλά και

-πώς δημιουργούνται νέα

-Η εργασία του Μέντελ, δηλαδή η **κλασική Γενετική**, ήταν από καιρό αποδεκτή και έτσι είχε επιλυθεί το πρόβλημα του τρόπου μεταβίβασης των κληρονομικών χαρακτηριστικών.

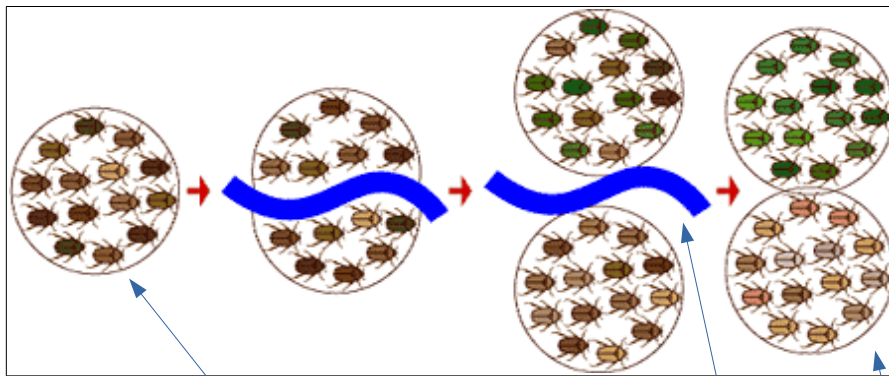
-Επιπλέον είχε γίνει κατανοητή η **σημασία των μεταλλάξεων**, δηλαδή των δραστικών μεταβολών του γενετικού υλικού στην εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών.

-Ένας νέος κλάδος στη Γενετική, η **Γενετική Πληθυσμών**, είχε καθιερωθεί χάρη στην οποία η εξέλιξη συνδέθηκε με τις μεταβολές των συχνοτήτων των γονιδίων στους πληθυσμούς.

3.2.1 Οι παράγοντες που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία

Σύμφωνα με τη νέα αντίληψη για την εξέλιξη, οι **παράγοντες** που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία είναι

- η **ποικιλομορφία των κληρονομικών χαρακτηριστικών**
- η **φυσική επιλογή** και
- η **γενετική απομόνωση**



Ανάμεσα στους βασικούς μηχανισμούς με τους οποίους δημιουργείται ο απέραντος πλούτος των μορφών ζωής, δηλαδή η **ποικιλομορφία**, περιλαμβάνονται οι γονιδιακές μεταλλάξεις

Με τη **φυσική επιλογή** αυξάνεται η συχνότητα εμφάνισης των γονιδίων που είναι ευνοϊκά για την επιβίωση και την αναπαραγωγή των ατόμων .

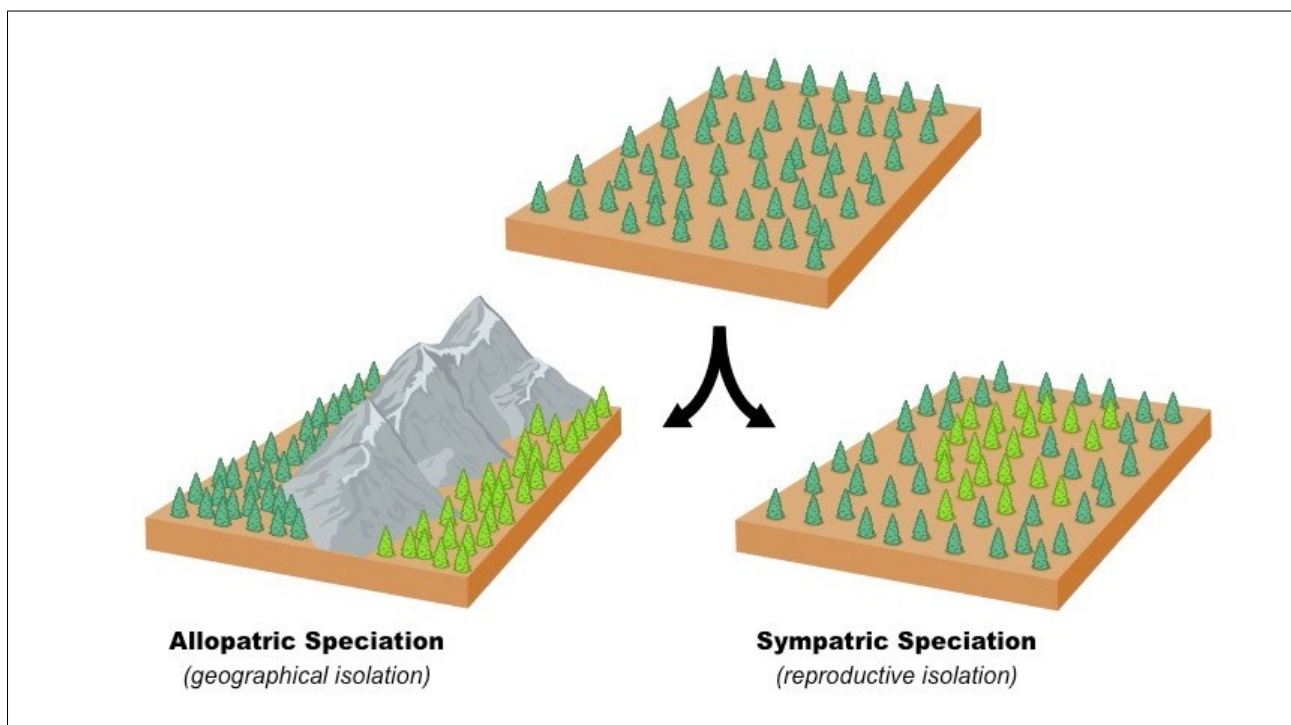
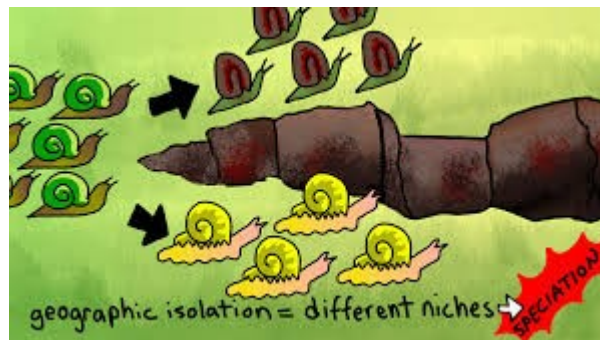
Προϋπόθεση για την ολοκλήρωση της εξελικτικής διαδικασίας είναι να απομονωθούν γενετικά οι πληθυσμοί του ίδιου είδους, ώστε να ακολουθήσουν διαφορετική εξελικτική πορεία που θα οδηγήσει στη δημιουργία ενός νέου είδους.

Από τους σημαντικότερους μηχανισμούς απομόνωσης είναι η **γεωγραφική απομόνωση** .

Οι ομάδες αναπτύσσονται ξεχωριστά και δεν είναι δυνατή η διασταύρωση των μελών τους και επομένως η ανταλλαγή γονιδίων. Τα άτομα συνεχίζουν να εμφανίζουν αλλαγές στο γενετικό υλικό τους και να υφίστανται διαφορετικά τη δράση της φυσικής επιλογής.

Αυτό σταδιακά οδηγεί σε διαφοροποιήσεις, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα τη **δημιουργία νέων ειδών**.

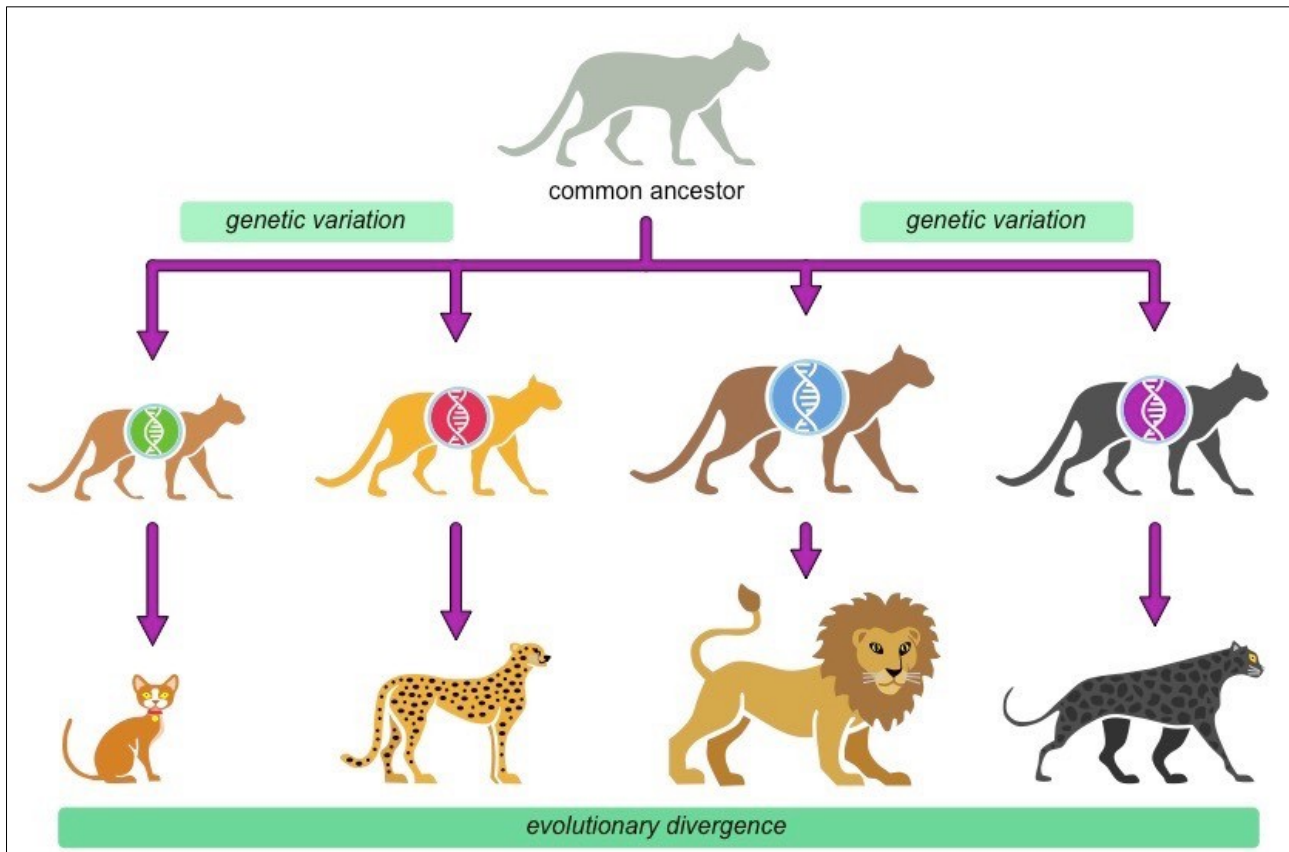
Παραδείγματα δημιουργίας νέων ειδών με τη βοήθεια της γεωγραφικής απομόνωσης



3.3 Τι είναι η φυλογένεση και από πού αντλούμε σχετικά στοιχεία

Οι πληροφορίες για την κατασκευή του φυλογενετικού δέντρου ενός είδους αντλούνται από πηγές που ήταν ήδη διαθέσιμες από την εποχή του Δαρβίνου, όπως είναι

- τα απολιθώματα
- οι συγκριτικές ανατομικές και εμβρυολογικές μελέτες
- αλλά και από νεότερες πηγές, όπως είναι
- η Βιοχημεία και η Μοριακή Βιολογία



Η δημιουργία νέων ειδών από ένα προγενέστερο είδος μπορεί να παρομοιαστεί με την απόσχιση δύο κλαδιών από την ίδια κορυφή ενός δέντρου. Αν μάλιστα στην παρομοίωση αυτή συμπεριληφθούν και οι προγενέστερες μορφές ειδών, τότε μπορεί να κατασκευαστεί ένα φυλογενετικό δέντρο του οποίου ο κορμός παριστάνει το αρχικό είδος και τα κλαδιά τα νέα είδη που προέκυψαν από αυτό.

1. Δεδομένα από την Παλαιοντολογία

Η Παλαιοντολογία μελετά τα απολιθώματα, τα οποία είναι υπολείμματα οργανισμών που έζησαν στο μακρινό παρελθόν.



Με τον όρο όμως «απολίθωμα» αναφερόμαστε σε κάθε ίχνος ζωής του παρελθόντος, όπως είναι τα αποτυπώματα φυτών ή ζώων σε βράχους

Σήμερα τα πετρώματα και τα απολιθώματα χρονολογούνται με τη μέθοδο της ραδιοχρονολόγησης, υπολογίζοντας το βαθμό διάσπασης συγκεκριμένων ραδιενεργών στοιχείων που υπάρχουν σ' αυτά.

Συγκρίνοντας τα χαρακτηριστικά ενός απολιθώματος με άλλα, αλλά και με σύγχρονους οργανισμούς, μπορούμε να εκτιμήσουμε την εξελικτική πορεία ενός είδους.

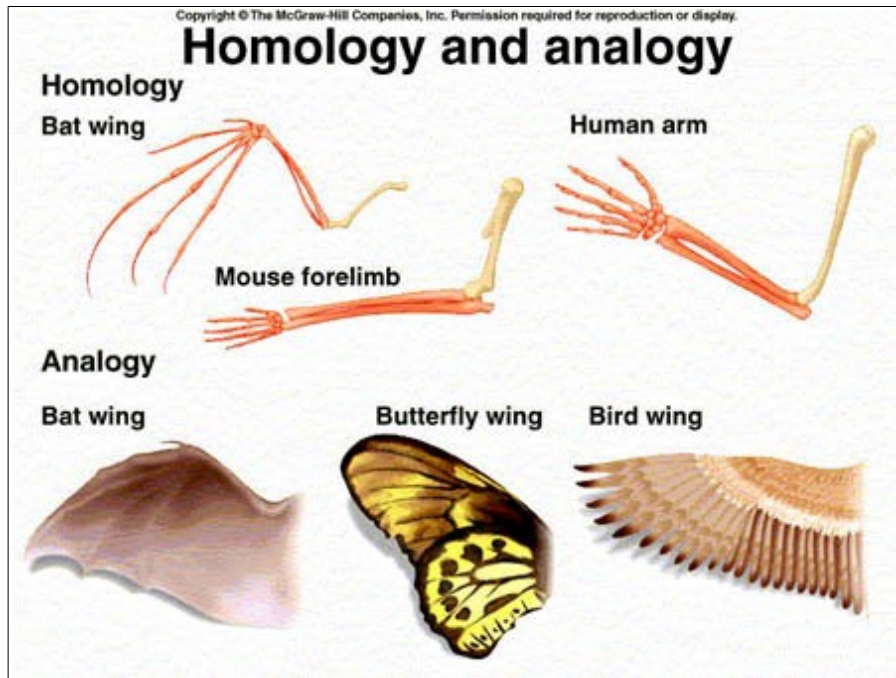
Για παράδειγμα, από τη μελέτη των απολιθωμάτων προγονικών μορφών του είδους μας μπορούμε να πάρουμε πλήθος πληροφοριών:

- Από το σχήμα των οστών της λεκάνης, από το μήκος των άνω άκρων σε σχέση με το μήκος των κάτω άκρων ή από τα αποτυπώματα του πέλματος σε ηφαιστειακές στάχτες συμπεραίνουμε αν ο οργανισμός **βάδιζε σε δύο ή σε τέσσερα άκρα**.
- Η αυξημένη κρανιακή χωρητικότητα και η ύπαρξη εργαλείων κοντά στα παλαιοντολογικά ευρήματα μας δίνουν πληροφορίες για τη **νοημοσύνη του οργανισμού**.
- Η μελέτη της οδοντοστοιχίας του οργανισμού ή μόνο κάποιων δοντιών του, τα ίχνη φωτιάς, η ύπαρξη οστών από άλλα ζώα είναι ικανά να «προδώσουν» τις **διατροφικές συνήθειές** του.
- Η χρονολόγηση των απολιθωμάτων, το βάθος στο οποίο αυτά ανακαλύφθηκαν, αλλά και η εξέταση των κόκκων γύρης που ενδεχομένως βρέθηκαν μαζί με τα οστά δίνουν ενδείξεις για το **κλίμα που επικρατούσε** την εποχή εκείνη.

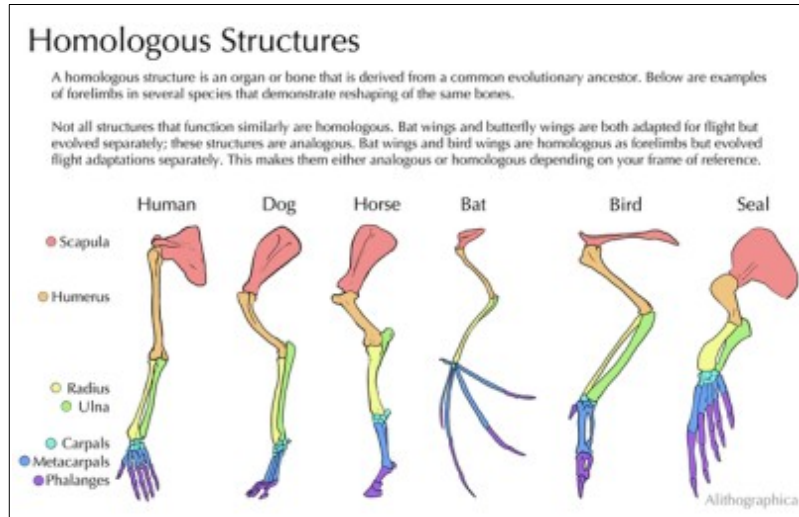
Δυστυχώς το αρχείο των απολιθωμάτων δεν είναι πλήρες. Αυτό οφείλεται στο ότι η δημιουργία των απολιθωμάτων, καθώς και η ανακάλυψή τους, είναι κατά κύριο λόγο μια τυχαία διαδικασία. Επιπλέον δεν απολιθώθηκαν όλοι οι οργανισμοί, γιατί δεν αποτελούνται όλοι από σκληρά μέρη .

2. Δεδομένα από την Ανατομία

Συγκριτικές μελέτες διάφορων ζώων παρέχουν ισχυρές ενδείξεις για την εξέλιξη των ειδών.



Homologous organs	Analogous organs
1. They have similar basic structure and embryonic origin. 2. They perform different functions.	1. They are quite different in fundamental structure and origin. 2. They perform the same function.



Σε διάφορα είδη σπονδυλωτών τα άνω άκρα αποτελούνται από την ίδια βασική σειρά οστών, τροποποιημένων άλλοτε σε φτερό (π.χ. στη νυχτερίδα), άλλοτε σε πτερύγιο (π.χ. στη φώκια), άλλοτε σε πόδι (π.χ. στο βάτραχο ή στο άλογο).

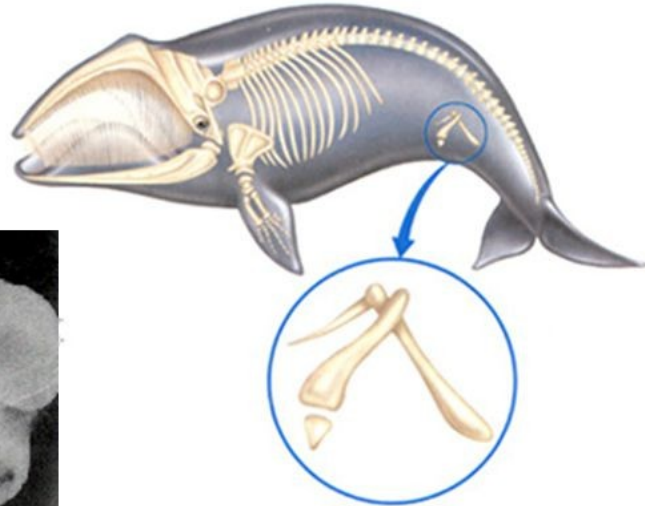
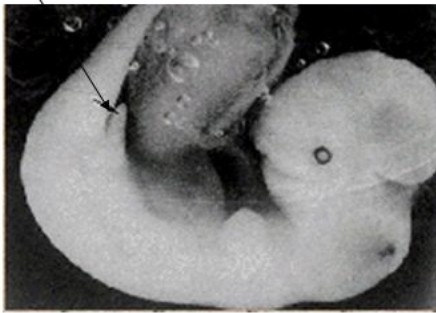
Αυτά τα όργανα ονομάζονται ομόλογα και έχουν την ίδια φυλογενετική προέλευση, όμοια κατασκευή, αλλά διαφέρουν στη λειτουργία.



Τα όργανα όμως που έχουν παρόμοια λειτουργία αλλά διαφορετική εμβρυϊκή προέλευση, όπως είναι για παράδειγμα η επιφάνεια των πτερυγών των πουλιών (από φτερά), των νυχτερίδων (από δέρμα) και της πεταλούδας (από υμένα που είναι συνέχεια του εξωσκελετού της), είναι **ανάλογα όργανα**

Τα οστά των κάτω άκρων στην φάλαινα
είναι υπολειμματικά όργανα

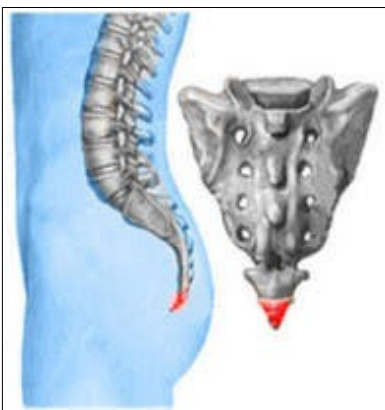
Η φωτογραφία δείχνει
έμβρυο φάλαινας
με εμφανή
τα κάτω άκρα



Πολλοί οργανισμοί έχουν όργανα ή δομές χωρίς κάποια εμφανή λειτουργία. Για παράδειγμα, η φάλαινα, που δε διαθέτει κάτω άκρα, έχει στην κοιλιά της υπολείμματα των οστών της λεκάνης και των κάτω άκρων.

Τα **όργανα** αυτά ονομάζονται **υπολειμματικά** και αποτελούν ενδείξεις για την κοινή καταγωγή των οργανισμών που τα φέρουν.

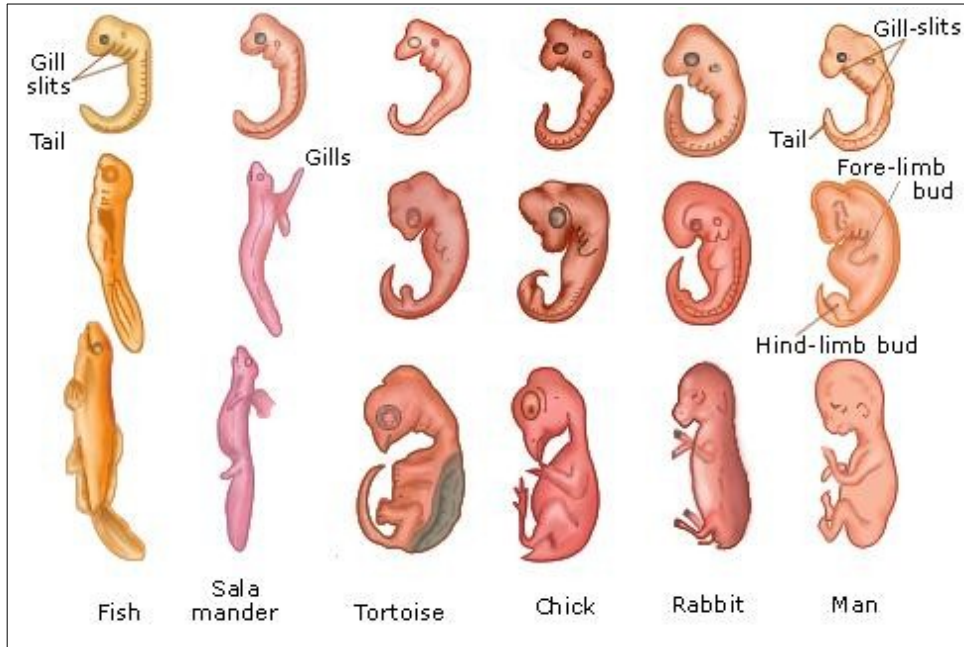
Αυτό υποδηλώνει ότι η φάλαινα προήλθε από τετράποδα θηλαστικά.



Στον ανθρώπινο οργανισμό υπολειμματικό όργανο είναι ο κόκκυγας .

3. Δεδομένα από την Εμβρυολογία

Επιπρόσθετα στοιχεία για την εξέλιξη των ειδών προκύπτουν από τις συγκριτικές μελέτες εμβρύων .



Αν εξετάσει κανείς τα διάφορα στάδια της εμβρυϊκής ανάπτυξης διάφορων ειδών, όπως τα σπονδυλωτά, θα βρει εκπληκτικές ομοιότητες στα αρχικά στάδια των εμβρύων. Για παράδειγμα, όλα τα έμβρυα έχουν **βραγχιακές σχισμές**, οι οποίες υποδηλώνουν ότι τα σπονδυλωτά **προήλθαν εξελικτικά από έναν κοινό υδρόβιο οργανισμό** .

4. Δεδομένα από τη Μοριακή Βιολογία

Σε όλους τους οργανισμούς υπάρχουν **νουκλεϊκά οξέα** και **πρωτεΐνες**. Όλα τα έμβια όντα «μιλούν την ίδια γλώσσα» στο επίπεδο των γονιδίων. Ο γενετικός κώδικας, ο τρόπος με τον οποίο η «γλώσσα» του DNA μεταφράζεται στη «γλώσσα» των πρωτεϊνών, είναι παγκόσμιος. Επειδή όμως είναι απίθανο τόσο πολύπλοκες διαδικασίες να έχουν εξελιχθεί ανεξάρτητα σε κάθε είδος, τα δεδομένα αυτά αποδεικνύουν αναμφισβήτητα πως όλοι οι οργανισμοί έχουν κοινή προέλευση .

Η εξέλιξη ενός πληθυσμού είναι συνέπεια αλλαγών που γίνονται στο γενετικό υλικό του. Επομένως είναι αναμενόμενο να βρίσκεται σ' αυτό καταγεγραμμένη η εξελικτική ιστορία των οργανισμών.

Συγκρίνοντας αλληλουχίες νουκλεοτιδίων μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τις **εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα στα είδη** .

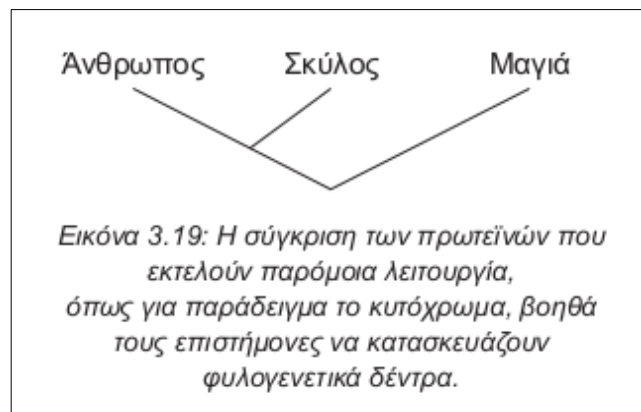
Έτσι οι οργανισμοί που είναι λιγότερο συγγενικοί μεταξύ τους έχουν περισσότερες διαφορές στην αλληλουχία του DNA τους, ενώ οι οργανισμοί που είναι περισσότερο συγγενικοί μεταξύ τους έχουν λιγότερες.

Και η **σύγκριση όμως των πρωτεϊνών που έχουν παρόμοια λειτουργία** σε διαφορετικά είδη οργανισμών **παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τις εξελικτικές σχέσεις τους** .

Για παράδειγμα, τα κυτοχρώματα του ανθρώπου και του χιμπατζή διαφέρουν κατά ένα μόνο αμινοξύ, του ανθρώπου και του σκύλου κατά 11 αμινοξέα και του ανθρώπου και της μαγιάς κατά 45 αμινοξέα, πράγμα που υποδηλώνει τις φυλογενετικές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους.

(Ομάδα πρωτεϊνών που παίζουν σημαντικό ρόλο στη μεταφορά ενέργειας στα κύτταρα .

Τα κυτοχρώματα αποτελούν μέρος της αναπνευστικής αλυσίδας και εντοπίζονται στα μιτοχόνδρια)



3.4 Η εξέλιξη του ανθρώπου

Ένα από τα ερωτήματα που απασχολούν τη Βιολογία, αλλά ενδιαφέρουν και τον απλό άνθρωπο, είναι η προέλευση του είδους μας

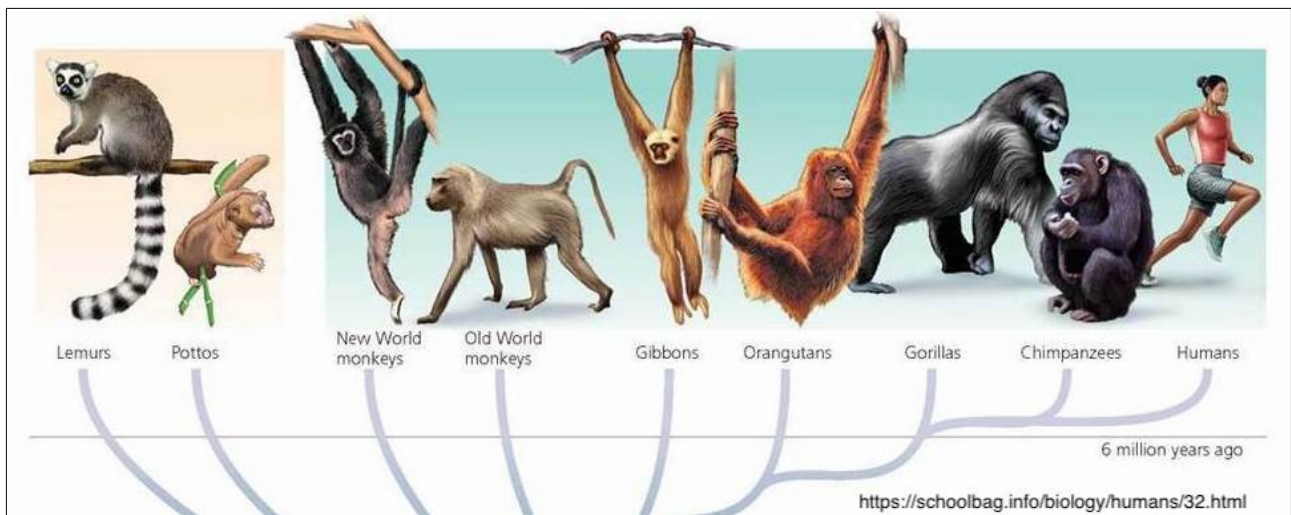
The Descent of Man

Charles Darwin

Στο ερώτημα αυτό προσπάθησε να απαντήσει ο Κάρολος Δαρβίνος, όταν 12 χρόνια μετά τη δημοσίευση της περίφημης Καταγωγής των ειδών εξέδωσε ένα άλλο βιβλίο με τίτλο

Η καταγωγή του ανθρώπου.

Στο βιβλίο αυτό υποστήριζε ότι ο άνθρωπος και ο πίθηκος έχουν κοινό πρόγονο και όχι, όπως πιστεύεται λανθασμένα, ότι ο άνθρωπος προέρχεται από τον πίθηκο.



Τις τελευταίες δεκαετίες τα απολιθώματα που έχουν βρεθεί, καθώς και η έρευνα σε άλλες περιοχές της Βιολογίας, ιδιαίτερα μάλιστα στη Μοριακή Βιολογία, δε γεννούν καμιά αμφιβολία ότι ο άνθρωπος, όπως και κάθε άλλος οργανισμός του πλανήτη, είναι προϊόν εξέλιξης.

3.4.1 Το γενεαλογικό μας δέντρο

Συστηματική Ταξινόμηση

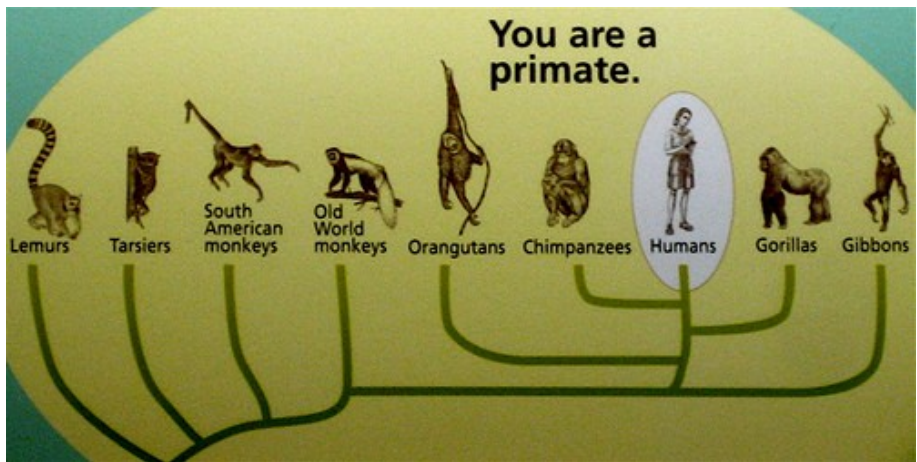


Κλάση των Θηλαστικών (Μονοτρήματα , Μαρσιποφόρα , Πλακουντοφόρα)

- Διατηρούμε σταθερή θερμοκρασία και
- Διαθέτουμε τροποποιημένους δερματικούς αδένες που παράγουν γάλα

Τάξη Πρωτεύοντα

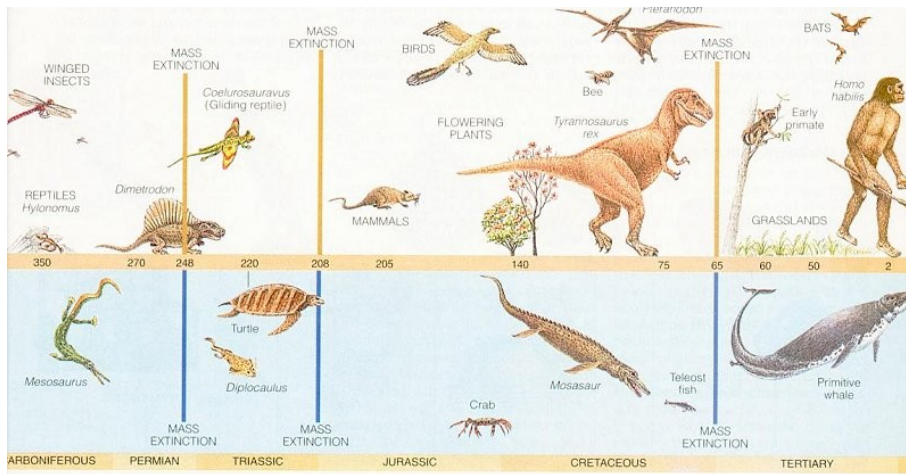
Εκτός από εμάς, περιλαμβάνει όλους τους πιθανούς προγόνους μας και τους σύγχρονους πιθήκους



Όμως, από όλα τα είδη με τα οποία μπορούμε να συγκαταταχθούμε στη μία ή στην άλλη ταξινομική βαθμίδα, είμαστε το μόνο είδος που είναι ικανό να κατασκευάζει και να χρησιμοποιεί εργαλεία, να μιλά, να γράφει και να δημιουργεί πολιτισμό .

3.4.2 Η εμφάνιση των Θηλαστικών και των Πρωτεύοντων

Τα Θηλαστικά εξελίχθηκαν πριν από 240 εκατομμύρια χρόνια από τα Ερπετά.



Τρεις ήταν οι κύριες κατηγορίες των Θηλαστικών που υπήρξαν κατά το Μεσοζωικό Αιώνα:

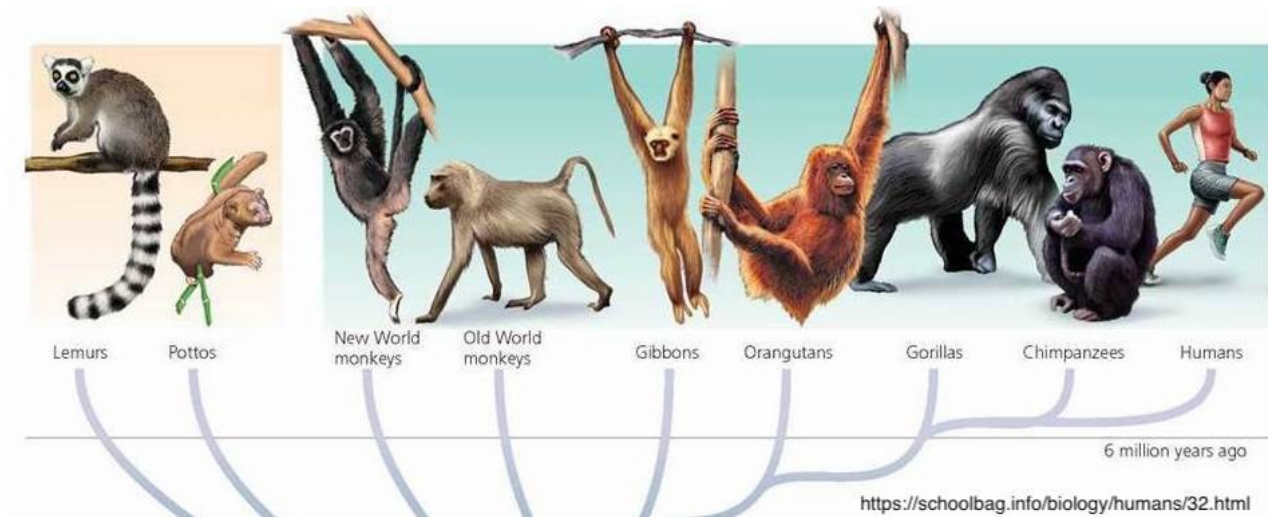
- Τα **Μονοτρήματα**, μια ιδιαίτερη ομάδα Θηλαστικών που γεννά αυγά, όπως είναι ο σύγχρονος πλατύπους,
- Τα **Μαρσιποφόρα**, οι πρόγονοι των σύγχρονων καγκουρό, και
- Τα **Πλακουντοφόρα**, μικρά Θηλαστικά που διαθέτουν τον πλακούντα, ένα όργανο ανταλλαγής ουσιών μεταξύ του εμβρύου και της μητέρας του

Πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια οι Δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν.

Η μεταβολή αυτή επέτρεψε στα πρώτα Θηλαστικά να επεκταθούν σε περιοχές που μέχρι τότε καταλάμβαναν οι Δεινόσαυροι. Η εμφάνιση μάλιστα νέων φυτικών ειδών δημιούργησε επιπλέον βιότοπους, οι οποίοι προσέφεραν στα Θηλαστικά περισσότερες δυνατότητες στην εξεύρεση τροφής και μεγαλύτερη προστασία από τους θηρευτές τους.

Έτσι κατά τον Καινοζωικό Αιώνα τα Θηλαστικά εξαπλώθηκαν και εξελίχθηκαν στα Πρωτεύοντα, την τάξη δηλαδή των Θηλαστικών στην οποία ανήκει ο σύγχρονος άνθρωπος, τα προγονικά είδη του και οι χιμπαντζήδες, οι ουραγκοτάγκοι, οι γορίλλες, οι λεμούριοι, οι τάρσιοι κ.ά.

3.4.3 Τα χαρακτηριστικά των Πρωτεύοντων



Τα πρώτα Πρωτεύοντα που εμφανίστηκαν εξελίχθηκαν από τα μικρά Πλακουντοφόρα Θηλαστικά τα οποία ζούσαν σε δέντρα και τρέφονταν με έντομα.

Πολλά εξάλλου από τα χαρακτηριστικά του σύγχρονου ανθρώπου και των άλλων Πρωτεύοντων σχετίζονται με το δενδρόβιο παρελθόν των προγόνων τους.

Στα κοινά χαρακτηριστικά των Πρωτεύοντων περιλαμβάνονται :

- Δάχτυλα κατάλληλα για λαβές
- Μακριά και ευκίνητα άκρα
- Στερεοσκοπική όραση
- Έγχρωμη όραση
- Αναπτυγμένος εγκέφαλος
- Η προστασία των μικρών
- Η όρθια στάση



3.4.5 Η εμφάνιση των Ανθρωπίδων



240 εκ. χρόνια Θηλαστικά
 50 εκ. χρόνια Πρωτεύοντα
 3.8-2.8 εκ. χρόνια Ανθρωπίδες
 2 εκ. χρόνια Homo

Το 1924 ο Βρετανός ανθρωπολόγος Ρέυμοντ Νταρτ (Raymond Dart) ανακάλυψε σε λατομείο της Ανατολικής Αφρικής ένα κρανίο ηλικίας 2,8 με 3,8 εκατομμυρίων χρόνων. Ονόμασε το εύρημά του Αυστραλοπίθηκο, γιατί βρέθηκε στις νότιες περιοχές (Austral) της Ανατολικής Αφρικής. Από τη μελέτη όμως και άλλων απολιθωμάτων που βρέθηκαν σε διάφορες περιοχές της Αφρικής (όπως του Australopithecus boisei) προέκυψε ότι ο Αυστραλοπίθηκος αποτελεί έναν από τους άμεσους προγόνους του ανθρώπου, καθώς με βάση τα χαρακτηριστικά του τοποθετείται στους Ανθρωπίδες, την οικογένεια δηλαδή των Ανθρωποειδών στην οποία ανήκει ο άνθρωπος.

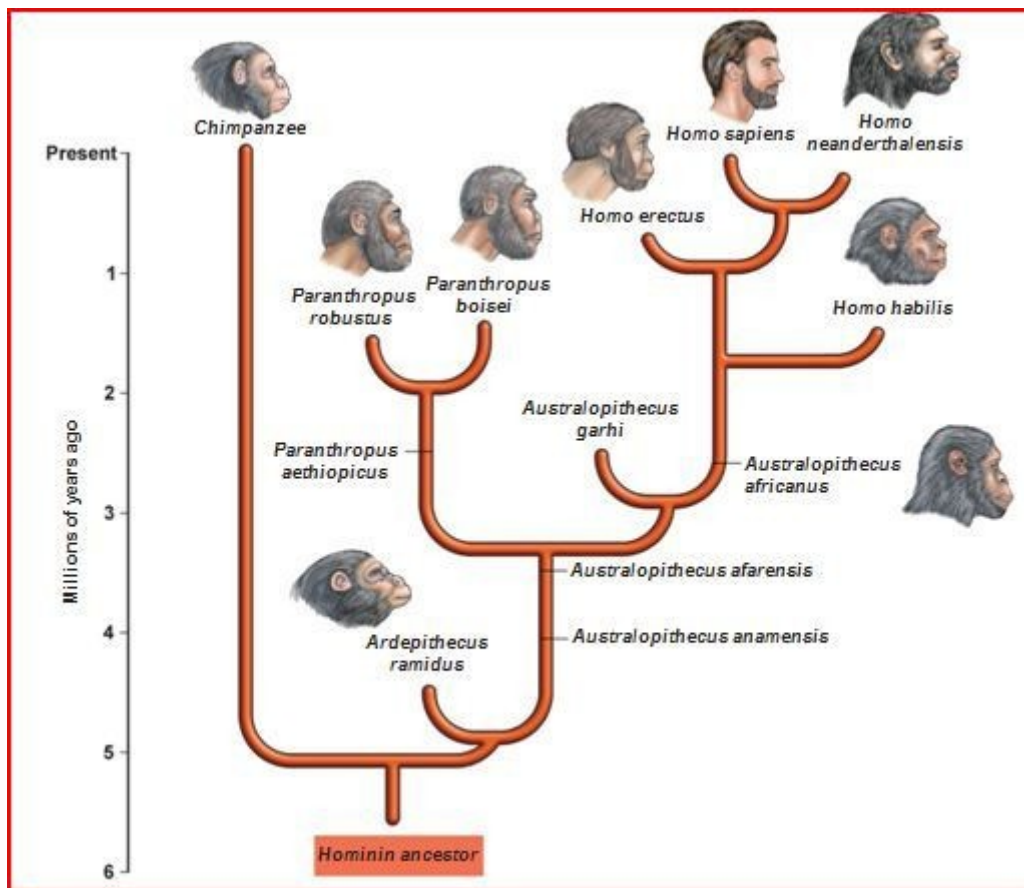


Το καλύτερα διατηρημένο και πληρέστερο απολίθωμα (αποτελείται από τα 2/3 του σκελετού και έχει άθικτες μερικές ανατομικές συνδέσεις) είναι η «Λούσυ», που βρέθηκε στην Αιθιοπία το 1974, στην περιοχή Αφάρ .

Η Λούσυ είναι ένας νεαρός θηλυκός Αυστραλοπίθηκος που έζησε πριν από 3 εκατομμύρια χρόνια .

Ο εγκέφαλος των Αυστραλοπιθήκων, αν και ήταν μικρότερος από τον εγκέφαλο του ανθρώπου (περίπου το 1/3), ήταν μεγαλύτερος από αυτόν των πιθήκων. Από την οδοντοφυΐα τους αλλά και από τα οστά των ζώων που βρέθηκαν κοντά στα απολιθώματά τους φαίνεται πως ήταν παμφάγοι .

3.4.6 Οι πρώτοι άνθρωποι (Homo)



Οι πρώτοι άνθρωποι εξελίχθηκαν από τους Αυστραλοπιθήκους πριν από 2 εκατομμύρια χρόνια περίπου και αντιπροσωπεύονται από το είδος *Homo habilis*.

Ο *Homo habilis* έζησε στην Αφρική για 500.000 χρόνια και μετά εξαφανίστηκε.

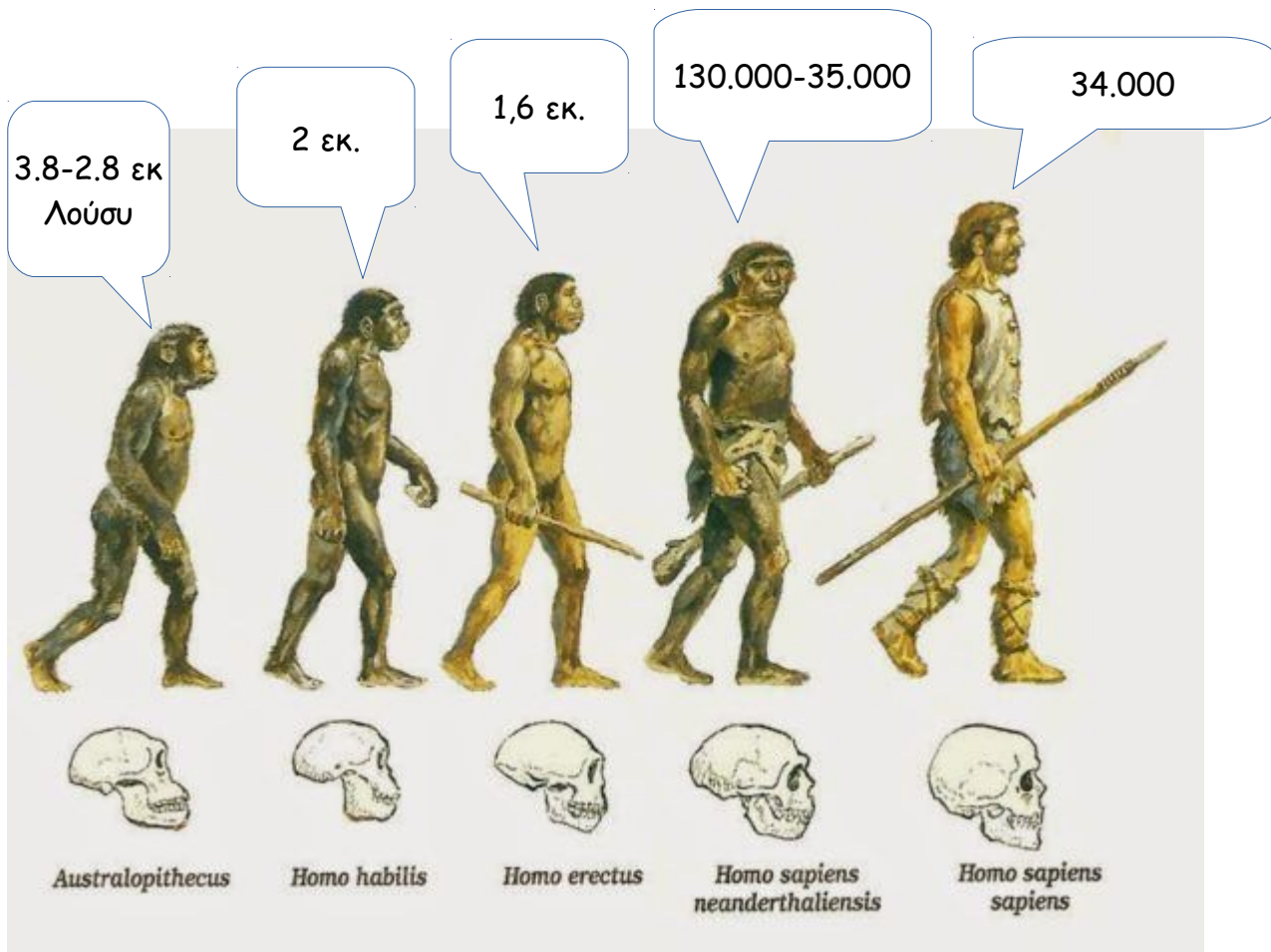
Τον διαδέχτηκε ένα νέο είδος ανθρώπου με ακόμα μεγαλύτερο εγκέφαλο, ο *Homo erectus* (άνθρωπος ο όρθιος)

Το είδος αυτό εμφανίστηκε στην Αφρική πριν από 1,6 εκατομμύρια χρόνια και είναι το πρώτο ανθρώπινο είδος που μετανάστευσε στην Ασία και στην Ευρώπη.

Ο *Homo erectus*, αν και παρέμεινε στον πλανήτη περισσότερα χρόνια από κάθε άλλο προγονικό μας είδος, εξαφανίστηκε από την Αφρική και την Ευρώπη πριν από 500.000 χρόνια, με την εμφάνιση του *Homo sapiens* (άνθρωπος ο σοφός).

Έζησε όμως στην Ασία μέχρι πριν από 250.000 χρόνια.

Η μετάβαση από το *Homo erectus* στις πρωτόγονες μορφές του *Homo sapiens* (*Homo archaico*, *Homo presapiens*), οι οποίες χρονολογούνται πριν από 400.000-130.000 χρόνια, φαίνεται να έγινε σταδιακά και με συνεχή αύξηση του όγκου του εγκεφάλου.



Ο **Homo habilis** έζησε στην Αφρική για 500.000 χρόνια και μετά εξαφανίστηκε. Έφτιαχνε και χρησιμοποιούσε πολλά **πέτρινα εργαλεία** και είχε μεγάλη επιδεξιότητα. Χάρη σ' αυτά τα χαρακτηριστικά του θεωρείται ένα μεγάλο βήμα από τη ζωώδη προς την ανθρώπινη κατάσταση.

Ο **Homo erectus** ζούσε σε ομάδες, κατοικούσε σε σπηλιές ή και σε ξύλινα καταλύματα που κατασκεύαζε ο ίδιος, χρησιμοποιούσε τη **φωτιά** και παρουσίασε μια μεγάλη στροφή στη διαίτά του, καθώς έφηνε το κρέας που έτρωγε. Πιθανότατα είχε την ικανότητα ομιλίας.

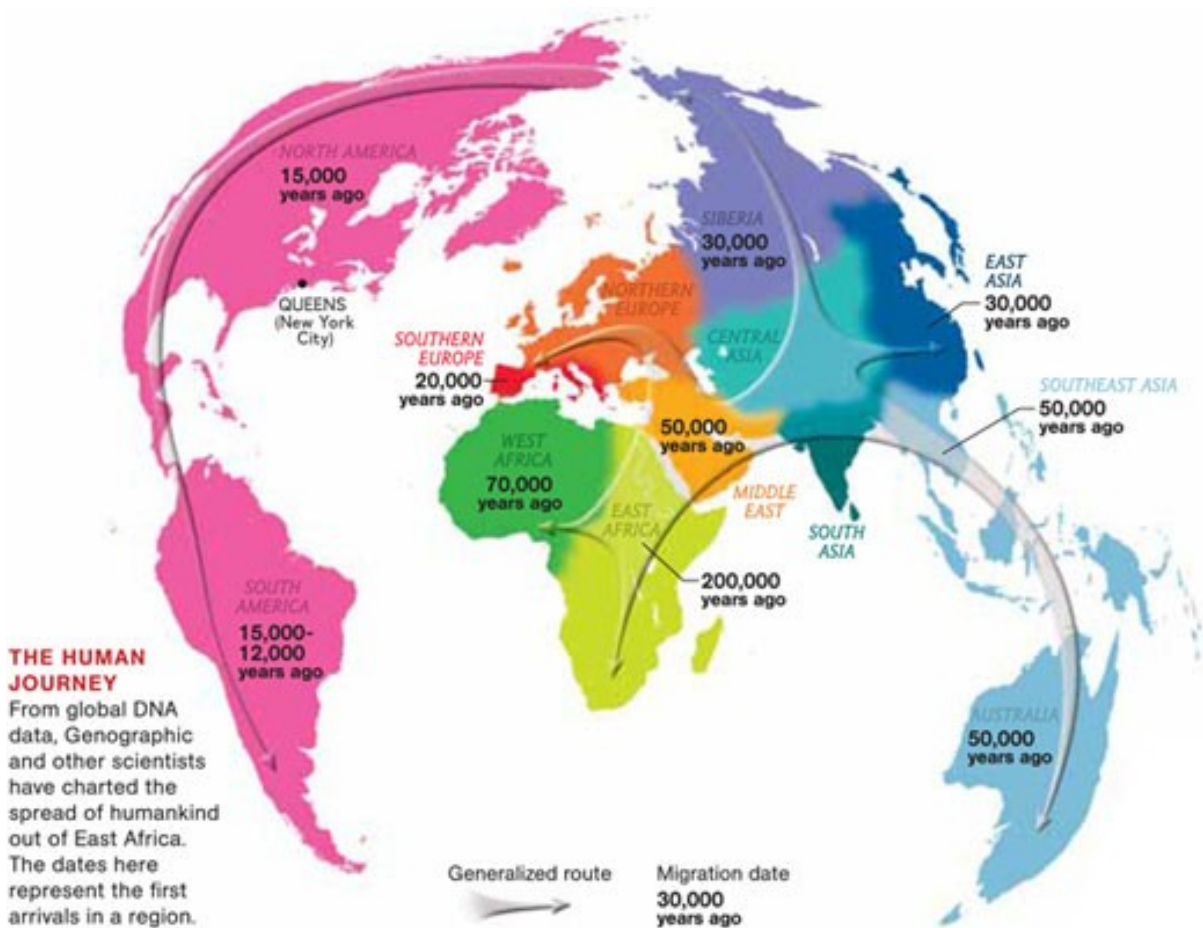
Ο **Homo sapiens neanderthalensis** ήταν πιο δυνατός σωματικά από το σύγχρονο άνθρωπο, με προτεταμένο μέτωπο, τονισμένα υπερόφρυα τόξα και δόντια μεγαλύτερα του σύγχρονου ανθρώπου. Ζούσε ομαδικά σε σπηλιές ή καλύβες και **κατασκεύαζε** και **χρησιμοποιούσε εργαλεία**. Έκανε χρήση της **φωτιάς**, **ντυνόταν με προβιές**, **έθαβε** τους νεκρούς του και έδωσε δείγματα της **πρωτόγονης τέχνης** του. Το γεγονός ότι μαζί με τους νεκρούς έθαβε και φαγητό, όπλα και άνθη υποδηλώνει ότι πίστευε στη μεταθανάτια ζωή. Σ' αυτόν παρουσιάζονται τα **πρώτα στοιχεία συμβολικής σκέψης** που χαρακτηρίζουν το σημερινό άνθρωπο.

Πριν από 34.000 χρόνια περίπου τον Άνθρωπο του Νεάντερταλ διαδέχτηκε ο πιο εξελιγμένος άνθρωπος, ο *Homo sapiens sapiens* (Άνθρωπος του Κρο-Μανιόν, που ονομάστηκε έτσι από την κοιλάδα της Γαλλίας όπου βρέθηκε).

Οι Άνθρωποι του Κρο-Μανιόν είχαν **καλή κοινωνική οργάνωση** και **πλήρη ικανότητα ομιλίας**, τρέφονταν με το κρέας των ζώων που κυνηγούσαν και ζωγράφιζαν τους τοίχους των σπηλαίων με πιο εκλεπτυσμένο τρόπο από ό,τι οι Νεάντερταλ.

Πριν από 10.000 χρόνια άρχισαν να εγκαθίστανται μόνιμα σε περιοχές και πριν από 3.000 χρόνια να **φτιάχνουν τις πρώτες πόλεις**.

Οι Άνθρωποι του Κρο-Μανιόν δημιούργησαν το **νεολιθικό πολιτισμό**, που οδήγησε στους ιστορικούς χρόνους.

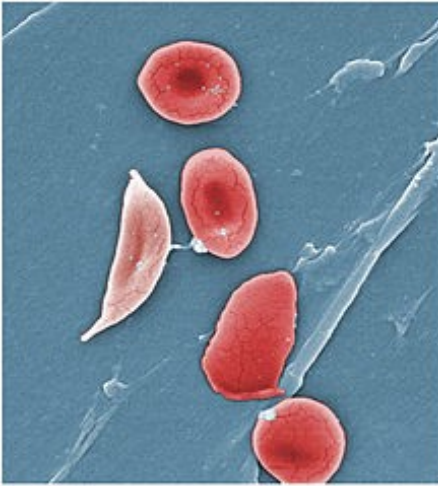


3.4.7 Η ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς

Στους πληθυσμούς του σύγχρονου ανθρώπου συνέχισαν να δρουν οι διάφοροι παράγοντες της εξέλιξης με αποτέλεσμα τη **μεγάλη ποικιλομορφία** του είδους μας.



Στην περίπτωση της **δρεπανοκυτταρικής αναιμίας** φαίνεται καθαρά ο **ρόλος της φυσικής επιλογής**.

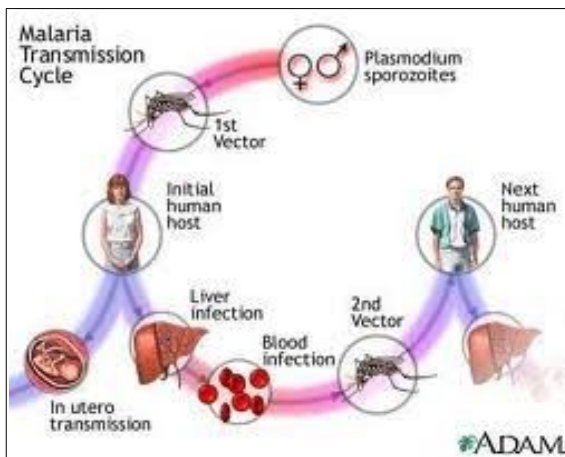


Η δρεπανοκυτταρική αναιμία οφείλεται στην ομόζυγη κατάσταση ενός παθολογικού αλληλόμορφου β^s το οποίο συνθέτει τροποποιημένη τη β αλυσίδα της αιμοσφαιρίνης A. Στην αλυσίδα αυτή το γλουταμινικό οξύ έχει αντικατασταθεί από βαλίνη.

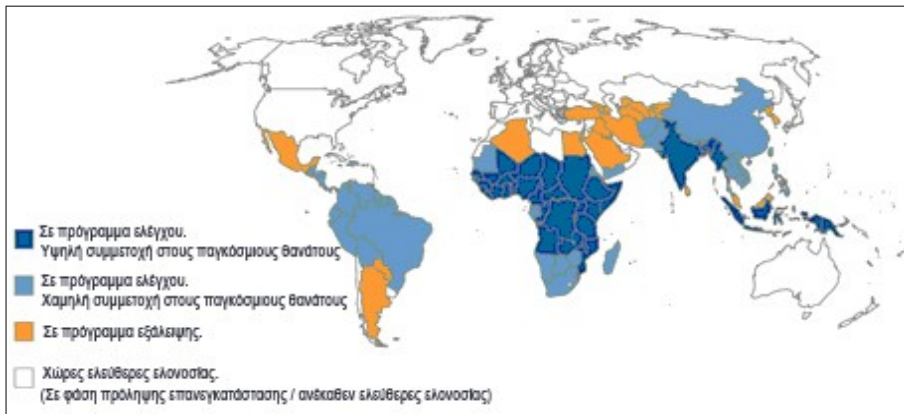
Τα ερυθρά αιμοσφαίρια των ασθενών με δρεπανοκυτταρική αναιμία περιέχουν σχεδόν μόνο την παθολογική αιμοσφαιρίνη S αντί της φυσιολογικής A. Αποτέλεσμα αυτού είναι τα ερυθρά αιμοσφαίρια να αλλάζουν σχήμα, που από στρογγυλό γίνεται δρεπανοειδές.

Οι ετεροζυγώτες για το αλληλόμορφο ($\beta^s\beta^s$) αυτό παράγουν ένα μικρό αριθμό δρεπανοκυττάρων και συνήθως δεν παρουσιάζουν συμπτώματα ασθένειας.

Οι ομοζυγώτες ($\beta^s\beta^s$) όμως πεθαίνουν σε μικρή ηλικία και άρα δε δίνουν απογόνους. Είναι αναμενόμενη λοιπόν, λόγω φυσικής επιλογής, η μείωση της συχνότητας του αλληλόμορφου αυτού στους πληθυσμούς, όπως έχει συμβεί για πολλά άλλα αλληλόμορφα που προκαλούν το θάνατο ή τη στειρότητα πριν από την ηλικία της αναπαραγωγής.



Σε ορισμένες περιοχές της Αφρικής όμως το αλληλόμορφο β^s παρουσιάζεται με μεγάλη συχνότητα (10- 20% μεγαλύτερη από ό,τι αλλού). Η **αυξημένη αυτή συχνότητα** σχετίζεται με την **ασθένεια της ελονοσίας** που ενδημεί εκεί. Οι **ετεροζυγώτες** είναι **πιο ανθεκτικοί στην ελονοσία** από τους φυσιολογικούς ομοζυγώτες και άρα έχουν μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα σε περιοχές με έντονο το πρόβλημα της ελονοσίας.



Μια βαθμιαία μείωση της συχνότητας του αλληλόμορφου παρατηρείται στους Αφρικανούς που για 15 γενιές έχουν ζήσει στην Αμερική, όπου το πλασμίδιο της ελονοσίας δεν υπάρχει.

Όπως σε κάθε βιολογικό είδος με μεγάλη εξάπλωση, έτσι και στον άνθρωπο υπάρχουν μορφολογικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών ως προς το χρώμα της επιδερμίδας, το χρώμα και το σχήμα των μαλλιών, το σχήμα των κοπτήρων, το ανάστημα κτλ.



Οι διαφορές αυτές βασίζονται στη διαφορετική κατανομή των αλληλόμορφων, καθώς τόσο στο παρελθόν όσο και στο παρόν οι ανθρώπινοι πληθυσμοί υποβάλλονται στη δράση όλων εκείνων των παραγόντων που προκαλούν πληθυσμιακή γενετική διαφοροποίηση.

Έτσι από τις διαφορές αυτές μεταξύ των πληθυσμών κάποιες είναι αποτέλεσμα :

-των **δυνάμεων της φυσικής επιλογής,**

ενώ κάποιες είναι αποτέλεσμα άλλων μηχανισμών της εξέλιξης, όπως για παράδειγμα

-η **τυχαία απόκλιση στις συχνότητες των αλληλόμορφων,**

-σε συνδυασμό με τις γεωγραφικές απομονώσεις

Ίσως κάποια χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν ως μεταλλάξεις να απέκτησαν προσαρμοστική σπουδαιότητα και ως αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής να παγιώθηκαν και να εξαπλώθηκαν σε πληθυσμούς που ζούσαν σε διάφορα περιβάλλοντα.

Ως παραδείγματα τέτοιας δράσης της φυσικής επιλογής με προσαρμοστική σημασία αναφέρονται τα ακόλουθα :

• Ο λόγος του μήκους των άκρων προς το μέγεθος του σώματος φαίνεται ότι μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία.

• Οι διαφορές στο χρώμα του δέρματος φαίνεται να σχετίζονται μάλλον (δεν υπάρχει ομόφωνη γνώμη) με το βαθμό έκθεσής του στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου .

Βέβαια θα ήταν λάθος να γενικεύσουμε και να συμπεράνουμε ότι όλες οι διαφορές μεταξύ των πληθυσμών είναι αποτέλεσμα προσαρμοστικών διαδικασιών.

Πολλά χαρακτηριστικά πρέπει να αποδοθούν σε τυχαίες αποκλίσεις στη συχνότητα εμφάνισης των αλληλόμορφων.

