

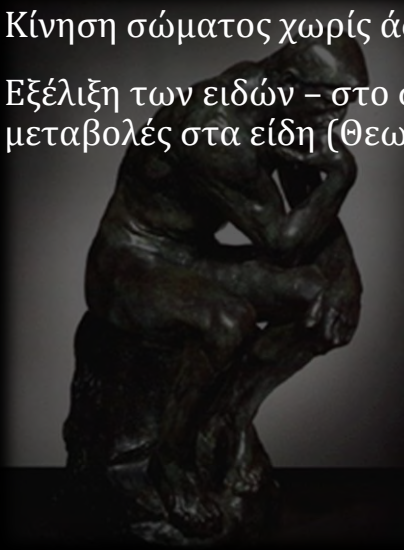


*Περί της Καταγωγής των Ειδών...*

*‘Η καλύτερη ιδέα που είχε ποτέ κανείς’*

# Επιστημονικές ιδέες δύσκολα αντιληπτές από τον 'κοινό νού'

- Κίνηση σώματος χωρίς άσκηση δύναμης πάνω του (Νόμος της Αδράνειας – Φυσική)
- Εξέλιξη των ειδών – στο σύντομο χρονικό διάστημα ζωής του ανθρώπου δεν γίνονται αντιληπτές οι μεταβολές στα είδη (Θεωρία της Εξέλιξης – Βιολογία)



reset

# Επιστημονικές έννοιες δύσκολα κατανοητές από τον 'κοινό νού'

*If it disagrees with experiment, it's wrong.*

*In that simple statement  
is the key to science.*

*It doesn't make a difference  
how beautiful your guess is.*

*It doesn't make any difference  
how smart you are who make the guess,*

*or what his name is;*

**Δεδομένο**

*If it disagrees with experiment,*

**IT'S WRONG**

*- Richard Feynman*

**Θεωρία**

**Υπόθεση**

**Μαντεψιά**



reset

# ΠροΔαρβινική Εξελικτική Σκέψη (ΕλληνοΡωμαϊκοί Χρόνοι)

**Αναξίμανδρος (611-547 πΧ)** : “Όλα προκύπτουν από τη στοιχειώδη φύση του σύμπαντος (άπειρον/απεριόριστο). Η ζωή δημιουργήθηκε σε υγρές συνθήκες υπό την επίδραση του Ήλιου και από απλούστερες μορφές σε πιο πολύπλοκες”. Ο άνθρωπος δημιουργήθηκε μέσω μια σειρά μετασχηματισμών άλλων ειδών ζώων. Εξάλλου, λόγω της εκτεταμένης νεογνικής του ηλικίας δεν θα επιβίωνε. Η θεωρία του έχει κάποια ομοιότητα με την εξελικτική θεωρία αλλά επίσης φαίνεται να δανειζεται στοιχεία από διάφορους αρχαιοελληνικούς μύθους, για παράδειγμα την ιστορία του Δευκαλίωνος και της Πύρρας κατά την οποία άνθρωποι γεννιούνται από τη γη. Η έννοια του *απείρου* είναι παρόμοια με το Τάο της κινέζικης φιλοσοφίας και του άμορφου κενού της Εβραϊκής Δημιουργίας και άλλων μύθων Δημιουργίας. (Μηχανιστική σκέψη).

**Ξενοφάνης ο Κολοφώνιος (570-480 πΧ)** : Επέκτεινε τις ιδέες του Αναξίμανδρου παρατηρώντας απολιθώματα ψαριών και κοχυλιών και συμπέρανε ότι η γη στην οποία εβρέθησαν ήταν υποθαλάσσια κάποια στιγμή στο παρελθόν. Ο Ξενοφώντας δίδαξε ότι ο κόσμος δημιουργήθηκε από συμπύκνωση νερού και πρωταρχικής λάσπης. (Μηχανιστική σκέψη)

**Εμπεδοκλής (495-435 πΧ)** : “Τα ζώντα όντα δημιουργήθηκαν αυτούσια μέσω τυχαίου ανασυνδυασμού των στοιχείων αλλά ύστερα από μία περίοδο επιλογής επέζησαν οι πιο επιτυχημένοι συνδυασμοί τους και έκτοτε παραμένουν अपαράλλακτα”. (Μηχανιστική σκέψη)

**Ηράκλειτος (544-484 πΧ)** : Πιστεύει στην μεταβολή των όντων και την αέναη ανανέωση και εξέλιξη τους. Εισάγει την έννοια της μάχης προς επιβίωσης ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς. (Μηχανιστική σκέψη με Τελεολογία)

**Δημόκριτος (450 πΧ)** και **Αναξαγόρας (500-428 πΧ)** : “Η ζωή ξεπήδησε από μία αρχέγονη σούπα”. (Μηχανιστική σκέψη)

**Επίκουρος (341-270 πΧ)** : “Πολλά είδη δημιουργήθηκαν *de novo* από τη Γαία αλλά μόνο τα πιο λειτουργικά επιβίωσαν”. Παρόλαυτά, ο Επίκουρος θεώρησε ξεχωριστά αβιογενετικά γεγονότα για κάθε είδος παρά ένα αβιογενετικό γεγονός από το οποίο προήλθαν οι οργανισμοί. (Μηχανιστική σκέψη με Τυπολογία).

**Πλάτωνας (427-347 πΧ)** : “Η ουσία (τύπος-είδος) ενός οργανισμού είναι αιώνια και παραμένει απαράλλακτη. Το φυσικό σώμα αποτελεί την μετουσίωση αυτού του τύπου”. Κάθε είδος ή κάθε μορφή δράσης στηρίζεται στην ύπαρξη ενός προϋπάρχοντος σχεδίου (Τυπολογική σκέψη με Τελεολογία). Ο Πλάτων έχει τη φορά της εξέλιξης αντίθετη ως προς αυτήν του Δαρβίνου. Ενώ σύμφωνα με το Δαρβίνο τα πιο σύνθετα όντα εξελίσσονται από τα πιο απλά, σύμφωνα με τον Πλάτωνα συμβαίνει το αντίθετο: οι άνθρωποι δημιουργήθηκαν πρώτα από το Δημιουργό και τα ζωικά είδη εξελίσσονται ως υποβαθμίσεις των ανθρώπων και ως παράγωγα εξελικτικών μεταλλάξεων μεταξύ των ειδών.

**Αριστοτέλης (384-322 πΧ)** : “Η ουσία (τύπος-είδος) κάθε οργανισμού μετουσιώνεται στο σώμα κάθε οργανισμού. Υπάρχει μια αλυσιδωτή σειρά μορφών, όπου κάθε μια αντιπροσωπεύει ένα σκαλοπάτι από τις πιο ατελείς στις πιο τέλειες μορφές”. Η Αριστοτελική τελεολογία βασίστηκε εν μέρει στην Πλατωνική τελεολογική αντίληψη της φύσης. Η Αριστοτελική τελεολογία δεν θα πρέπει να συσχετίζεται με τη σημερινή έννοια της σκοπιμότητας. Η τελεολογία δεν επιβάλλεται από έναν εξωτερικό παράγοντα, αλλά ενυπάρχει μέσα στα πράγματα, στη φύση. (Τυπολογική σκέψη με Τελεολογία)

**Ζήνων ο Κιτιεύς (334-262 πΧ)** : “Η φύση είναι πρωταρχικά κατευθυνόμενη στο να εξασφαλίσει την καλύτερη δομή προς επιβίωση”. (Τελεολογία χωρίς Μηχανιστική σκέψη)

**Zhuang Zhou (369-286 πΧ)** : Ταοιστής φιλόσοφος, εξέφρασε ιδέες περί της μεταβλητότητας των βιολογικών ειδών. Γενικότερα, ο Ταοισμός δεν δέχεται την απαραλαξιμότητα των ειδών και θεωρεί ότι τα είδη ανέπτυξαν διαφορετικά χαρακτηριστικά ανάλογα με το περιβάλλον τους.

**Τίτος Λουκρήτιος Κάρος (95-55 πΧ)** : Παρόμοιες σκέψεις με τον Εμπεδοκλή παρόλ'αυτά δεν πίστευε στην δημιουργία νέων ειδών από παλαιότερα. (Μηχανιστική σκέψη με Τυπολογία)

**Σένεκας ο Νεότερος (4 πΧ-65 μΧ)** και **Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (23-79 μΧ)** : (Τελεολογική σκέψη)

Η φιλοσοφία του Πλάτωνα, δηλαδή της **Ειδικής Δημιουργίας** των ειδών και της **Απαραλλαξιμότητάς** τους που ενσωματώθηκε αργότερα στη Χριστιανική σκέψη και απέκτησε μόνιμη και δεσπίζουσα επιρροή πάνω στη δυτική σκέψη. Κυρίαρχο ρόλο παίζει η έννοια της **ιδέας** ή του **προτύπου**. Η φιλοσοφία του προτύπου ή της ιδέας, μια έννοια αφηρημένη που συνδυάζει την τελειότητα, την αιωνιότητα και την αμεταβλητότητα.

Δημόκριτος δὲ τὸ οὐ ἔνεκεν ἀφεις λέγειν πάντα ἀνάγει εἰς ἀνάγκην οἷς χρῆται ἢ φύσις-οὔσι μὲν τοιούτοις, οὐ μὴν ἄλλ' ἔνεκά τινος οὔσι καὶ τοῦ περι ἕκαστον βελτίονος χάριν.  
- Αριστοτέλης, *Περὶ ζῶων γενέσεως*

# ΠροΔαρβινική Εξελικτική Σκέψη (Μεσαίωνα)

Στις αρχές του Μεσαίωνα η αρχαιοελληνική διδασκαλία χάθηκε στη Δύση. Τη σκυτάλη για τη διατήρηση αυτής της γνώσης την έλαβε ο Ισλαμικός κόσμος όπου τα αρχαιοελληνικά χειρόγραφα διατηρήθηκαν και μεταφράστηκαν στα λατινικά τον 12<sup>ο</sup> αι. Τα έργα του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη καθώς και η Ισλαμική σκέψη επαναισιχθήκαν στην Ευρωπαϊκή σκέψη.

**Al Jahiz (776-868 μΧ)** : Ο Ισλαμιστής λόγιος στο βιβλίο του 'Το Βιβλίο των Ζώων' αναφέρει τις **αλυσίδες τροφής της φύσης** καθώς και την **μάχη προς επιβίωση** που παρατηρείται στη φύση.

**Ibn Khaldūn (1332-1406 μΧ)** : Αυτός ο Τυνήσιος ιστοριογράφος και ιστορικός εκθέτει σκέψεις οι οποίες σύμφωνα με πολλούς αποτελούν προοίμιο της εξελικτικής βιολογικής θεωρίας. Στο έργο του *Muqaddimah* στο οποίο πραγματεύεται πληθώρα θεμάτων αναφέρει την **αδιάληπτη συνέχεια όλων των πραγμάτων** καθώς και τον **μετασχηματισμό τους από τα ορυκτά, στα φυτά, στα κατώτερα ζώα, στους πιθήκους και τελικά στον άνθρωπο**.

**Nasir al-Din al-Tusi (1201-1274 μΧ)** : Στο έργο του, *Akhlaq-i-Nasri*, ο Tusi εξέθεσε μία θεμελιώδη βάση για τη θεωρία της εξέλιξης σχεδόν 600 χρόνια πριν τον Δαρβίνο. Η θεωρία της εξέλιξης του Tusi ξεκινά με το σύμπαν το ποίο συνίσταται από όμοια στοιχεία σε ίσες ποσότητες. Σταδιακά, σύμφωνα με τον Tusi εσωτερικές αντιφάσεις δημιουργούνται και ως αποτέλεσμα αυτών μερικές ουσίες αναπτύσσονται γρηγορότερα από άλλες. Στη συνέχεια περιγράφει την **εξέλιξη των στοιχείων σε ορυκτά, μετά φυτά, ζώα και τελικά στον άνθρωπο**. Επιπλέον, ο Tusi περιγράφει τον σημαντικό ρόλο του κληρονομικού πολυμορφισμού στη βιολογική εξέλιξη των ζωντανών οργανισμών.

**Peter Abelard (1079 -1142 μΧ) και Thomas Aquinas (1225 -1274 μΧ)** : Οπαδοί της σχολής του **Σχολαστικισμού**, συνδύασαν την Αριστοτέλεια ταξινόμηση με τις ιδέες του Πλάτωνα θεωρώντας ότι όλα τα όντα βρίσκονται σε μία κατάσταση τέλεια δημιουργίας και όλα τα πράγματα ζώντας, μη ζώντας και αιθέρια αλληλοσυνδέονται μέσω ενός συστήματος κατάταξης, την *scala naturae*. Παρόλ' αυτά, ο *Thomas Aquinas* υποστήριξε ότι **τα βιβλικά κείμενα δεν θα πρέπει να ερμηνεύονται αυτολεξεί** έτσι ώστε να έρχονται σε αντίφαση με τη φύση. Θεωρούσε ότι η αυτονομία της φύσης ήταν σημάδι της καλοσύνης του Θεού και ότι δεν υπήρχε αντίφαση ανάμεσα στην ιδέα ενός σύμπαντος που δημιουργήθηκε από τον Θεό και της ιδέας ενός σύμπαντος που ίσως να εξελίχθηκε στο χρόνο μέσω φυσικών μηχανισμών. Παρόλη τη σύμπτωση των απόψεών του με αυτών του Εμπέδοκλή, δεν υποστήριζε ότι το σύμπαν θα μπορούσε να αναπτυχθεί χωρίς υποθάλπον αίτιο.

Μέσα σε αυτή τη *Scala Naturae* δεν υπήρχαν κενές θέσεις. Κάθε είδος είχε συγκεκριμένη θέση και άρα κανένα είδος δεν μπορούσε να μετακινηθεί και ούτε να δημιουργηθεί θέση για νέο είδος. Σε αυτή την χριστιανοποιημένη εκδοχή των ιδεών του Πλάτωνα τα είδη παρέμειναν अपαράλλαχτα. Επομένως, οποιαδήποτε 'μετακίνηση' των ανθρώπων, είτε συμπεριφερόμενος ως ζώο, είτε φιλοδοξώντας μια ανώτερη θέση θεωρούνταν αμαρτία. Κάθε είδος έμοιαζε με το γειτονικό του, σύμφωνα με το ρητό *natura non facit saltum* (η φύση δεν κάνει άλματα). Η βασική ιδέα αυτής της σκάλας της δημιουργίας επέδρασε καταλυτική στη Δυτική σκέψη για αιώνες και αποτέλεσε μέρος του συστήματος ταξινόμησης και οργάνωσης της φύσης στην αναπτυσσόμενη επιστήμη της βιολογίας κατά τον 17<sup>ο</sup> και 18<sup>ο</sup> αι.



# ΠροΔαρβινική Εξελικτική Σκέψη (Αναγέννηση Ι)

**Rene Descartes (1596-1650 μΧ)** : Γάλλος φιλόσοφος και μαθηματικός, θεωρείται ο πατέρας της μοντέρνας Δυτικής φιλοσοφίας. Στα έργα παρουσιάζει μια μηχανιστική θεώρηση του σύμπαντος αλλά παρόλ'αυτά απορρίπτει τη Σχολή του Εμπειρισμού αν και ήταν ο ίδιος σκληροπυρηνικός ρατιοναλιστής.

**Gottfried Leibniz (1646-1716 μΧ)** : Γερμανός πολυμαθής και φιλόσοφος καθώς και οπαδός του ρατιοναλισμού. Παρόλ'αυτά, η φιλοσοφία του δανείζεται στοιχεία από τους Σχολαστικιστές παρά να βασίζει τη λογική του σε εμπειρικά δεδομένα. Θεωρεί όμως ότι η εξέλιξη είναι μία 'πνευματιστική' και όχι μηχανιστική διαδικασία, παρόλη τη συμφωνία του με το μηχανιστικό σύμπαν του Descartes σε βαθμό σχεδόν παρόμοιο με τις απόψεις του Αριστοτέλη.

**Benoît de Maillet (1656-1738 μΧ)** και **Pierre Louis Maupertuis (1698-1759 μΧ)** : Γάλλος διπλωμάτης/φυσιοδίφης και Γάλλος μαθηματικός και φιλόσοφος αντίστοιχα προωθούσαν ιδέες περί μηχανιστικής λειτουργίας του σύμπαντος χωρίς θεϊκή παρέμβαση καθώς και επίσης την ιδέα ότι φυσικές τροποποιήσεις κατά την αναπαραγωγή δύναται να συσσωρευτούν σε εύρος γενεών και να οδηγήσουν σε νέα είδη.

**John Ray (1627-1705 μΧ)** : Άγγλος φυσιοδίφης και ταξινομητής με σημαντική βιβλιογραφία στη βοτανική, ζωολογία και φυσική θεολογία. Ήταν αντίθετος στην ταξινόμηση των ειδών βάσει προαποφασισμένων κατηγοριών (κάτι που αποτελούσε τη βάση του παραγωγικού ρατιοναλισμού-deductive reasoning- των σχολαστικιστών) αλλά κατηγοριοποίησε τα φυτά σύμφωνα με παρατηρηθείσες διαφορές και ομοιότητες θέτοντας έτσι τη βάση του επιστημονικού εμπειρισμού. Πρώτος έδωσε τον ορισμό του βιολογικού είδους το οποίο χαρακτήρισε ως αμετάβλητο και υποστήριξε ότι οι 'σπόροι' του ενός είδους δεν μπορούν ποτέ να αποτελέσουν την απαρχή ενός νέου.

**Georges-Louis Leclerc [Comte de Buffon (1707-1788 μΧ)]** : Γάλλος νατουραλιστής και μαθηματικός θεωρείται ο πατέρας της εξελικτικής θεωρίας και σκέψης. Θεωρούσε ότι αυτό που ονομάζουμε είδη δεν είναι παρά ποικιλίες που προήλθαν από μία πρωταρχική μορφή μέσω περιβαλλοντικών επιδράσεων. Οι ιδέες του περί της μηχανιστικής προέλευσης της Γης (και της ηλικίας της Γης) καθώς και για την αμεταβλητότητα των ειδών επηρέασαν πολλούς. Πίστευε παρόλ'αυτά στην ικανότητα μετασχηματισμού των ειδών εντός ορίων καθώς και στην κληρονομικότητα από τους γονείς.

**Denis Diderot (1714-1799 μΧ)** και **James Burnett, Lord Monboddo (1714-1799 μΧ)** : Γάλλος φιλόσοφος και Σκώτος δικαστής/φιλόσοφος αντίστοιχα σε έργα τους υποστηρίζουν τη μεταβλητότητα των ειδών μέσω μιας διαδικασίας trial and error καθώς και την καταγωγή του ανθρώπου από άλλα Πρωτεύοντα.

**Erasmus Darwin (1731-1802 μΧ)** : Άγγλος ιατρός, φυσιοδίφης, σημαντική προσωπικότητα του καιρού του και παππούς του Κάρολου Δαρβίνου στο έργο του Zoonomia συζητά για την προέλευση της ζωής από έναν κοινό πρόγονο καθώς και για το πως ο ανταγωνισμός και η σεξουαλική επιλογή δύναται να προκαλέσει αλλαγές στα είδη. Στο ποίημά του Temple of Nature (1803), περιγράφει την απαρχή της ζωής από μικροσκοπικούς οργανισμούς που ζούσαν στη λάσπη σε όλη της τη σημερινή ποικιλομορφία.

**William Paley (1743-1805 μΧ)** : Άγγλος κληρικός/απολογιστής και φιλόσοφος ο οποίος στο βιβλίο που δημοσίευσε το 1802 (Natural Theology or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity) ως απάντηση στη θεωρία του μετασχηματισμού του Erasmus Darwin παρουσιάζει σε πλήρη ανάλυση το τελεολογικό επιχείρημα για την ύπαρξη του Θεού. Επηρεασμένος από τη σκέψη του John Ray στο βιβλίο του συγκρίνει ανατομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά ζωντανών οργανισμών με εξαιρετική λεπτομέρεια και παρουσιάζει επιχειρήματα για την τελεολογία κατασκευής τους (βλέπε Επιχείρημα του Ωρολογιοποιού). Η επίδραση του βιβλίου του στην σκέψη της εποχής αλλά και μετέπειτα ήταν πολύ μεγάλη.

Organic life beneath the shoreless waves  
Was born and nurs'd in ocean's pearly caves;  
First forms minute, unseen by spheric glass,  
Move on the mud, or pierce the watery mass;  
These, as successive generations bloom,  
New powers acquire and larger limbs assume;  
Whence countless groups of vegetation spring,  
And breathing realms of fin and feet and wing  
- Erasmus Darwin, *The Temple of Life*



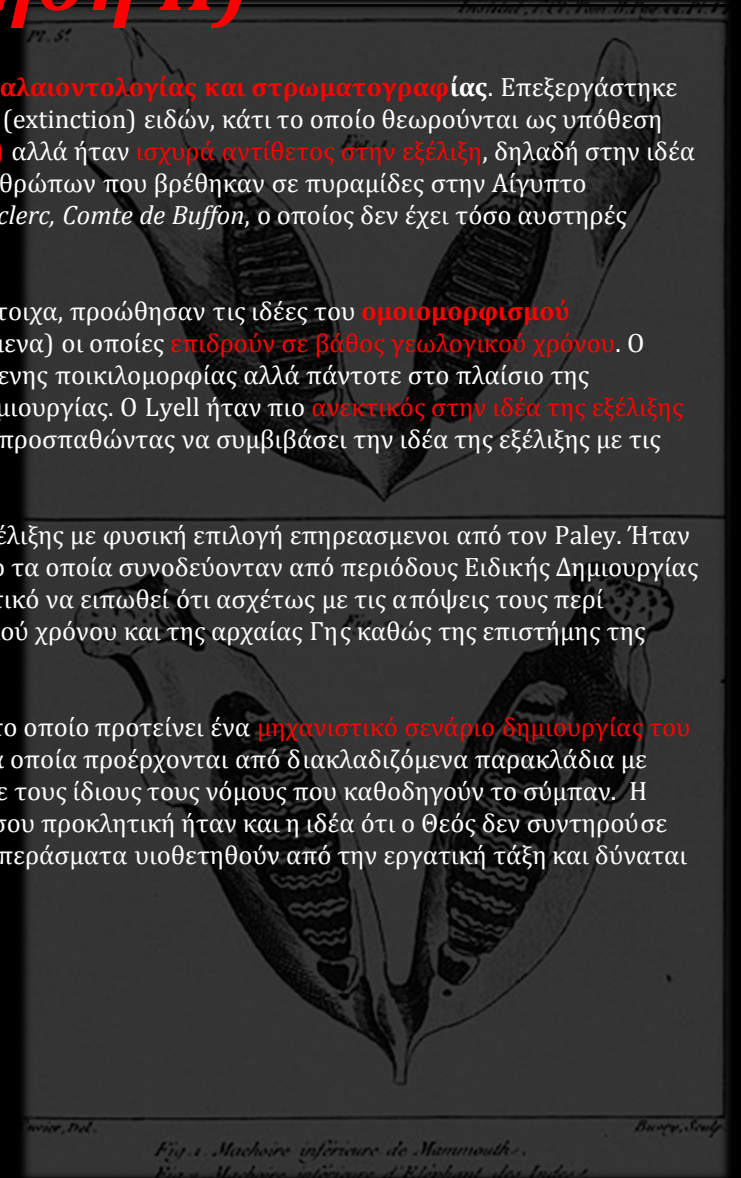
# ΠροΔαρβινική Εξελικτική Σκέψη (Αναγέννηση II)

**Jean Léopold Nicolas Frédéric Cuvier (1769-1832 μΧ)** : Γάλλος νατουραλιστής και ζωολόγος, θεωρείται ο **πατέρας της συγκριτικής ανατομίας, παλαιοντολογίας και στρωματογραφίας**. Επεξεργάστηκε απολιθώματα μαμούθ και μαστοδόντων και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι όχι μόνο αποτελούν ξεχωριστά είδη αλλά και ότι είναι εφικτή η εξάλειψη (extinction) ειδών, κάτι το οποίο θεωρούνται ως υπόθεση στην εποχή του. Προώθησε την άποψη της Δημιουργίας νέων ειδών ύστερα από καταστροφικές περιόδους στο γεωλογικό χρόνο (**καταστροφισμός**) αλλά ήταν **ισχυρά αντίθετος στην εξέλιξη**, δηλαδή στην ιδέα ότι νέα είδη δημιουργούνται από παλαιότερα στηριζόμενος μάλιστα σε εμπειρικά δεδομένα της αμεταβλητότητας των μουμιοποιημένων ζώων και ανθρώπων που βρέθηκαν σε πυραμίδες στην Αίγυπτο συγκριτικά με τους σύγχρονους απογόνους αυτών. Οι ιδέες του έρχονταν σε αντίθεση με αυτές του μεγάλου επιστήμονα της εποχής, *Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon*, ο οποίος δεν έχει τόσο αυστηρές απόψεις σχετικά με την αμεταβλητότητα των ειδών.

**James Hutton (1726-1797 μΧ)** και **Charles Lyell (1797-1875 μΧ)** : Σκώτος ιατρός/φυσιοδίφης/γεωλόγος και Βρεταννός δικηγόρος/γεωλόγος αντίστοιχα, προώθησαν τις ιδέες του **ομοιομορφισμού (uniformitarianism)**, ότι δηλαδή η Γη πλάθεται διαρκώς και σταδιακά από τις ίδιες γεωλογικές διαδικασίες (διάβρωση-καθίζηση-ηφαιστειακά φαινόμενα) οι οποίες **επιδρούν σε βάθος γεωλογικού χρόνου**. Ο Hutton υποστήριξε τις ίδιες ιδέες περί ομοιομορφισμού και στο πεδίο της εξέλιξης και αναγνώρισε την ύπαρξη κληρονομούμενης και μη κληρονομούμενης ποικιλομορφίας αλλά πάντοτε στο πλαίσιο της **αμεταβλητότητας των ειδών** και εφόσον αυτές οι ποικιλίες ήταν απλά προσαρμοστικές παραλλαγές που αποκάλυπταν την αγαθοεργία της θεϊκής Δημιουργίας. Ο Lyell ήταν πιο **ανεκτικός στην ιδέα της εξέλιξης** παρόλο που πίστευε στην ειδική δημιουργία κάθε είδους και στην αμεταβλητότητά τους και μάλιστα έγινε στενός φίλος του Δαρβίνου πάντοτε όμως προσπαθώντας να συμβιβάσει την ιδέα της εξέλιξης με τις θρησκευτικές του απόψεις.

**Adam Sedgwick (1785-1873 μΧ)** και **William Buckland (1784-1856 μΧ)** : Βρεταννοί θεολόγοι/γεωλόγοι οι οποίοι ήταν αντίθετοι στη θεωρία της εξέλιξης με φυσική επιλογή επηρεασμένοι από τον Paley. Ήταν οπαδοί των απόψεων του Cuvier περί **Καταστροφισμού**, δηλαδή της ύπαρξης επαναλαμβανόμενων καταστροφικών επεισοδίων στο γεωλογικό χρόνο τα οποία συνοδεύονταν από περιόδους Ειδικής Δημιουργίας νέων ειδών. Μάλιστα, σε αντίθεση με τον Cuvier, προσπάθησαν να συνδέσουν τα καταστροφικά επεισόδια με τον Καταικτισμό του Νώε. Είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι ασχέτως με τις απόψεις τους περί εξέλιξης η πλειονότητα των γεωλόγων το 19<sup>ο</sup> αι. Έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση της επιστήμης της γεωλογίας και της ιδέας του γεωλογικού χρόνου και της αρχαίας Γης καθώς της επιστήμης της στρωματογραφίας σε συνδυασμό με την έρευνα των απολιθωμάτων.

**Robert Chambers (1802-1871 μΧ)** : Σκώτος εκδότης/γεωλόγος δημοσίευσε το 1844 το προκλητικό έργο *Vestiges of the Natural History of Creation* στο οποίο προτείνει ένα **μηχανιστικό σενάριο δημιουργίας του Ηλιακού συστήματος και της ζωής στη Γη**. Υποστηρίζει ότι το αρχείο των απολιθωμάτων δείχνει μια προοδευτική άνοδο και επικράτηση των ζώων τα οποία προέρχονται από διακλαδιζόμενα παρακλάδια με τελικό προορισμό τον άνθρωπο. Υποστηρίζει ότι μια σειρά μετασχηματισμών οδηγούν στην αναδίπλωση ενός σχεδίου το οποίο είναι συνυφασμένο με τους ίδιους τους νόμους που καθοδηγούν το σύμπαν. Η ιδέα ότι **ο άνθρωπος έχει προέλθει μέσω διαδοχικών μετασχηματισμών** ήταν εξαιρετικά προκλητική σκέψη η οποία επηρέασε τον Δαρβίνο καθώς εξίσου προκλητική ήταν και η ιδέα ότι ο Θεός δεν συντηρούσε ενεργά τις φυσικές και κοινωνικές ιεραρχίες. Ενδεικτικά, ο Sedgwick επιτέθηκε στο βιβλίο προβλέποντας **'καταστροφή και σύγχυση'** εαν αυτά τα συμπεράσματα υιοθετηθούν από την εργατική τάξη και δύναται να **'υπονομεύσουν ολόκληρο τον ηθικό και κοινωνικό ιστό'**.



# Carl von Linnæus (1707-1778)

- **Αριστοτέλης (384-322 πΧ)** : ο θεμελιωτής της βιολογικής κατάταξης. Η αναφορά του ότι «τα ζώα πρέπει να χαρακτηρίζονται ανάλογα με τον τρόπο ζωής, τις δραστηριότητες, τις συνήθειες και τη μορφή τους» δείχνει ένα σύγχρονο πνεύμα προσέγγισης του φυσικού κόσμου. Παρόλο που δεν επιχείρησε κάποια στερεότυπη ταξινόμηση, διότι γνώριζε τις δυσκολίες μίας τέτοιας απόπειρας, ωστόσο η ταξινόμησή του είναι αρκετά σαφής και άντεξε στο πέρασμα του χρόνου.
- **John Ray (1627-1705 μΧ)** : προχώρησε σε μία πιο φυσική/βιολογική κατάταξη, εισήγαγε ένα πιο περιεκτικό σύστημα ταξινόμησης και μια νέα έννοια τους είδους.
- Ο **Linnæus**, Σουηδός βοτανολόγος και ζωολόγος, σχεδίασε ένα εκτεταμένο σύστημα ταξινόμησης τόσο για τα φυτά όσο και για τα ζώα βασισμένος στις ιδέες του *John Ray*. Το Ιεραρχικό σύστημα ταξινόμησης του Λινναίου στοχεύει στη διευθέτηση των οργανισμών σε μια ανιούσα σειρά ομάδων συνεχώς αυξανόμενης περιεκτικότητας και δημοσιεύτηκε το 1735 '*Systema Naturae*'.
- Πίστευε, όπως ο *Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon* ότι αυτό που ονομάζουμε είδη δεν είναι παρά **ποικιλίες που προήλθαν από μία πρωταρχική μορφή μέσω περιβαλλοντικών επιδράσεων**.
- Ο Linnæus μάλιστα συμπεριέλαβε και τους ανθρώπους στο σύστημα ταξινόμησής του και πίστευε ότι ο άνθρωπος και οι πίθηκοι ήταν στενοί συγγενείς ταξινομικά τόσο ώστε να συμπεριληφθούν στο ίδιο γένος. Παρόλ'αυτά, δεν έκανε ευρέως γνωστό αυτό του το συμπέρασμα προκειμένου να μην έρθει σε σύγκρουση με την Εκκλησία.





# Jean Baptiste Lamarck (1744-1829)

Ο Jean-Baptiste Lamarck, γάλλος ζωολόγος και έφορος του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας στο Παρίσι, πρότεινε το 1809 στη πραγματεία του *Philosophie Zoologique* μία **υπόθεση μεταμόρφωσης-μετασχηματισμού των ειδών (transformisme)**. Η υπόθεσή του δεν πρότεινε την καταγωγή των ειδών από κοινό πρόγονο αλλά την συνεχή εξέλιξη απλών μορφών ζωής δημιουργημένες με αυτόματη γένεση σε πιο πολύπλοκες. Η αιτία αυτής της εξέλιξης ήταν μία 'εσωτερική δύναμη' (*feu ethere*) η οποία ωθούσε τους οργανισμούς προς την πολυπλοκότητα (σκάλα πολυπλοκότητας). Σε αντίθεση με τον Αριστοτέλη, η σκάλα του Lamarck περιείχε **πολλαπλές παράλληλες πορείες**. Οφείλουμε, βέβαια, εδώ να σημειώσουμε ότι ο Lamarck δεχόταν έναν τελικό σκοπό στη φύση και πίστευε ότι όλα γίνονται με τη θέληση του Δημιουργού του σύμπαντος.

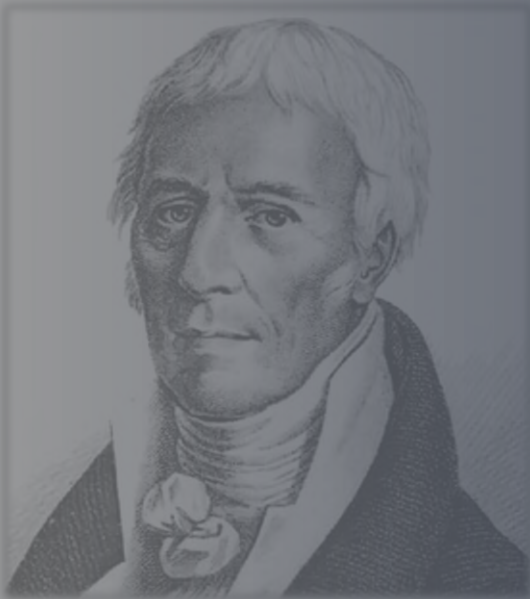
- Η υπόθεση του Lamarck εξηγούσε την προσαρμογή των ειδών στο περιβάλλον τους χρησιμοποιώντας δύο αρχές (*principes du transformisme*):

A) Την αρχή της **'Χρήσης-Μη Χρήσης'** (*principe de l'habitude sur le development ou sur l'atrophie des organes*) δηλαδή ότι ανάλογα με τη χρήση ή μη ενός οργάνου αυτό οδηγούνταν στην ενδυνάμωση ή ατονία, και

B) Την αρχή της **κληρονόμησης των επίκτητων χαρακτηριστικών** (*principe de la transmission hereditaire des caracteres acquis par le fonctionnement habituel*) ότι οι αλλαγές αυτές ήταν κληρονομούμενες στους απογόνους. Επομένως, τα σημερινά είδη έχουν προκύψει από τροποποιήσεις προηγούμενων ειδών. Η κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών ήταν μια πολύ διαδεδομένη υπόθεση εκείνη την εποχή.

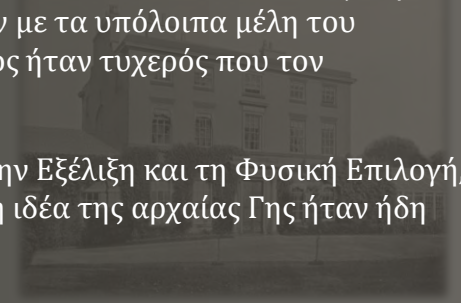
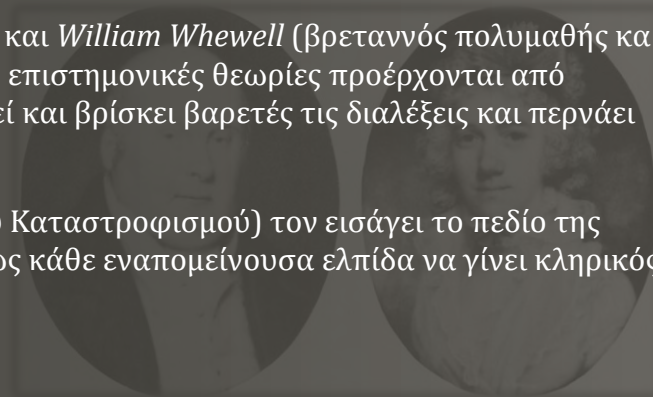
Στην υπόθεση του Lamarck το περιβάλλον είναι η κινητήριος δύναμη της συναντώμενης ποικιλομορφίας (σε αντίθεση με τον Δαρβίνο όπου το περιβάλλον έπαιζε το ρόλο της επιλεκτικής δύναμης).

- Μία εξαιρετικά συμπαγής υπόθεση που προκάλεσε τις αντιλήψεις των *Comte de Buffon* και *Jean Léopold Nicolas Frédéric Cuvier* γνωστών επιστημόνων που υποστήριζαν τη σταθερότητα των ειδών, παρόλ' αυτά τα πειραματικά δεδομένα δεν επιβεβαίωσαν την ορθότητα της κληρονομικότητας των επίκτητων χαρακτηριστικών (τουλάχιστων όχι με την αδρότητα των τότε πειραμάτων).



# Charles Darwin (1809-1882)

- Γεννήθηκε στις 12 Φεβρουαρίου του 1809 στο Shrewsbury της Μεγάλης Βρετανίας σε εύπορη οικογένεια, γιός του ιατρού Robert Darwin και της Susannah.
- Το 1825 εγγράφεται στο Πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου προκειμένου να σπουδάσει ιατρική. Παρόλ'αυτά, η απέχθειά του για τα μαθήματα ανατομίας καθώς και τα βαρετά μαθήματα τον απέτρεψαν από το να ολοκληρώσει τη σχολή του.
- Το 1827 εγγράφεται στο Πανεπιστήμιο του Κέιμπριτζ όπου αποφάσισε να ακολουθήσει τη ζωή του κληρικού. Κατά τη διάρκεια των σπουδών του έρχεται σε επαφή με τα συγγράματα του *William Paley* (*Natural Theology and Evidence of Christianity*). Να τονιστεί ότι εκείνη την περίοδο ο Δαρβίνος πίστευε στην θεική δημιουργία των ειδών.
- Έρχεται σε επαφή με τους *William Herchel* (εξέχοντας Βρεταννός αστρονόμος) και *William Whewell* (βρεταννός πολυμαθής και κληρικός) οι οποίοι του μεταφέρουν τη γνώση και πεποίθηση ότι οι αξιόπιστες επιστημονικές θεωρίες προέρχονται από **εμπειρικά δεδομένα** και από πολλαπλά πεδία γνώσης. Παρόλ'αυτά, εξακολουθεί και βρίσκει βαρετές τις διαλέξεις και περνάει το χρόνο μαζεύοντας σκαθάρια από το προαύλιο του Πανεπιστημίου.
- Η επαφή του με τον εξέχοντα γεωλόγο *Adam Sedgwick* (οπαδό της θεωρίας του Καταστροφισμού) τον εισάγει το πεδίο της γεωλογίας και της εξερεύνησης του φυσικού κόσμου, εξαφανίζοντας συγχρόνως κάθε εναπομείνουσα ελπίδα να γίνει κληρικός.
- Το 1831, σε ηλικία 22 ετών, αποδέχεται μία θέση φυσιοδίφη στο HMS Beagle, ύστερα από εισήγηση του καθηγητή Βοτανικής *John Stevens Henslow* (έχοντας προσέξει τις αρετές του-παρατηρητικότητα, μνήμη, υπομονή, αυτοπειθαρχία) του οποίου τις διαλέξεις παρακολουθούσε ο Δαρβίνος στο Πανεπιστήμιο του Cambridge. Το πλοίο θα εκτελούσε μια αποστολής επιτήρησης στη Ν. Αμερική. Ο καπετάνιος του πλοίου, *Robert FitzRoy*, έψαχνε για ένα ευγενή προκειμένου να τον συνοδεύσει στο μακρινό ταξίδι και με τον οποίο θα μπορούσε να συζητά δεδομένου ότι η συναναστροφή των ευγενών με τα υπόλοιπα μέλη του πληρώματος στα πλοία του Βρετανικού Ναυτικού ήταν εξαιρετικά περιορισμένη. Ο Δαρβίνος ήταν τυχερός που τον αποδέχθηκαν σε αυτή τη θέση (πήρε τη θέση κάποιου ο οποίος σκοτώθηκε σε μονομαχία).
- Σε αυτή τη φάση της ζωής του ο Δαρβίνος δεν είχε καμία διαμορφωμένη άποψη σχετικά με την Εξέλιξη και τη Φυσική Επιλογή, παρόλ'αυτα θα πρέπει να τονιστεί ότι εξαιτίας της ανάπτυξης της επιστήμης της γεωλογίας η ιδέα της αρχαίας Γης ήταν ήδη ευρέως διαδεδομένη, χωρίς βέβαια να είναι γνωστή επακριβώς η ηλικία της.



# Το Ταξίδι του HMS Beagle (1831-1836)

- Το ταξίδι του HMS Beagle διαρκεί από τις 27 Δεκεμβρίου του 1831 μέχρι τις 2 Οκτωβρίου του 1836.
- Το HMS Beagle ξεκινά το ταξίδι του από το Plymouth στις 27 Δεκεμβρίου του 1831 και ύστερα από 2 εβδομάδες φτάνει στα νησιά Cape Verde. Από το Φεβρουάριο του 1832 μέχρι το Μάιο του 1834 περιηγείται στην ανατολική ακτή της Ν. Αμερικής και το Δεκέμβριο του ίδιου χρόνου φτάνει στη Γη του Πυρός, στο νότιο άκρο της ηπείρου.
- Από τον Ιούνιο του 1834 μέχρι το Σεπτέμβριο του 1835 εξερευνούν τη δυτική πλευρά της Ν. Αμερικής και στις 7 Σεπτεμβρίου το Beagle φτάνει στα νησιά Galapagos όπου και παραμένει για ένα μήνα.
- Το 1835 συνεχίζει το ταξίδι του προς την Ταϊτή, τη Ν. Ζηλανδία, το Σύνδνευ, και εν τέλει το 1836 περνάει το Ακρωτήριο της Καλής Ελπίδας προς τον Ατλαντικό Ωκεανό και επιστρέφει στο Falmouth στις 2 Οκτωβρίου.
- Ο Δαρβίνος ήταν εξαιρετικά φιλάσθενος καθώς και έπασχε από ναυτία. Έδειξε εξαιρετικό θάρρος ενάντια στις κακουχίες του πενταετούς ταξιδιού του.



# Ψήγματα Εξέλιξης (1831-1836)

- Λεπτομερές επιστημονικό ημερολόγιο σε θέματα βιολογίας, γεωλογίας και ανθρωπολογίας .
- Ύστερα από το ταξίδι του στη Βραζιλία όπου μελέτησε διάφορες γεωλογικές δομές (διάβρωση-καθίζηση-ηφαιστειακά φαινόμενα) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι είναι λογικότερο αυτές να έχουν δημιουργηθεί από σταδιακές διαδικασίες σε βάθος χρόνου (**ομοιομορφισμός-σταδιακή μεταμόρφωση**). Αυτή την ιδέα τις σταδιακής μεταμόρφωσης και αλλαγής άρχισε να εφαρμόζει και στις παρατηρήσεις του στους ζωντανούς οργανισμούς. Είναι ειρωνικό ότι ο ίδιος ο Lyell απέρριπτε την ιδέα της σταδιακής μεταμόρφωσης των ειδών.
- Ιδιαίτερη εντύπωση έκανε στο Δαρβίνο η ομοιότητα των σπίνων των νησιών Galapagos με αυτών της ενδοχώρας από τους οποίους διέφεραν μόνο στο ράμφος η οποία ήταν δύσκολο να εξηγήσει εφόσον σύμφωνα με την επικρατούσα άποψη κάθε είδος δημιουργήθηκε ώστε να είναι αποκλειστικά προσαρμοσμένο στο περιβάλλον του. Επιπλέον, επεκτείνοντας περαιτέρω τα ερωτήματά του, αναρωτήθηκε για **την ανομοιότητα των ειδών μεταξύ των νησιών Galapagos και των νησιών Cape Verde** (νησιά με παρόμοια ηφαιστειογενή προέλευση) τα οποία μάλιστα ομοιάζαν στα είδη που συναντούσε κανείς στην ηπειρωτική χώρα της Ν. Αμερικής και της Αφρικής αντίστοιχα.
- Είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι δεν αναγνώρισε τη σημασία των παρατηρήσεών παρά μόνο χρόνια μετά όταν επέστρεψε στην Αγγλία.

Εφαρμογή του **ομοιομορφισμού** στον βιολογικό κόσμο

Σε αντιδιαστολή με την επικρατούσα άποψη ότι τα είδη είναι **ειδικά φτιαγμένα** για το περιβάλλον που ζουν και τέλεια προσαρμοσμένα σε αυτό.



1. *Geospiza magnirostris*.

2. *Geospiza fortis*.

3. *Geospiza parvirostris*.

4. *Geospiza olivacea*.

## Τα Είδη παρουσιάζουν τεράστια ποικιλομορφία σε παγκόσμια κλίμακα

- Διαφορετικά, αλλά οικολογικά παρόμοια ζώα κατοικούσαν σε διαφορετικά αλλά οικολογικά όμοια περιβάλλοντα (**Συγκλίνουσα μορφολογία**) πχ. Διαφορετικά απτερυγόμορφα πτηνά κατοικούν στους λειμώνες διαφορετικών περιοχών του πλανήτη.
- Σε διαφορετικά, αλλά οικολογικά παρόμοια περιβάλλοντα ζούσαν διαφορετικά ζώα (**Ενδημισμός**) πχ. Τα κανγκουρό και άλλα ζώα ήταν ενδημικά στην Αυστραλία μόνο.

## Τα Είδη παρουσιάζουν τεράστια ποικιλομορφία σε τοπική κλίμακα

- Διαφορετικά, αλλά συγγενικά είδη ζώων κατοικούσαν σε διαφορετικά ενδιαίτηματα εντός μιας τοπικής γεωγραφικής περιοχής (**Ακτινωτή προσαρμογή**) πχ. Διαφορετικοί τύποι γιγαντιαίων χελωνών κατοικούν στα διαφορετικά νησιά Galapagos τα οποία παρουσιάζουν διαφορετικά οικολογικά περιβάλλοντα το καθένα.

## Τα Είδη παρουσιάζουν τεράστια ποικιλομορφία στο χρόνο

- Ο Δαρβίνος συνέλεγε απολιθώματα ζώων και παρατήρησε ότι παρουσιάζουν μεγάλες ομοιότητες με ζώντα είδη ζώων.

## Ιδιαίτερη συσχέτιση ειδών μεταξύ νησιών και ενδοχώρας

- Στα νησιά απουσιάζουν είδη φυτών και ζώων τα οποία είναι συχνά στην ενδοχώρα.
- Τα είδη στα νησιά συχνά ομοιάζουν με είδη της ενδοχώρας, εμφανίζοντας όμως αποκλίσεις.

# Τα χρόνια μετά το Ταξίδι (1837-1844)

## Η ιδέα της Φυσικής Επιλογής

- Ο Δαρβίνος το Σεπτέμβριο του 1838 διαβάζει την εργασία του *Thomas Malthus* και συλλαμβάνει την ιδέα της Φυσικής Επιλογής.
- *Thomas Malthus* (1766-1834) : Κληρικός και λόγιος, εκδίδει το 1798 μία εργασία με τίτλο “*An Essay on the Principle of Population*” .

Υποστηρίζει : Οι άνθρωποι έχουν την τάση να έχουν **περισσότερους απογόνους από όσους μπορούν να επιβιώσουν** δεδομένου ότι ενώ η παραχθείσα ποσότητα τροφής αυξάνεται με γραμμικούς ρυθμούς, ο ανθρώπινος πληθυσμός εαν αφεθεί ανεξέλεγκτος αυξάνεται εκθετικά (**μάχη προς επιβίωση-έλεγχος πληθυσμού-πείνα, λιμοκτονία, ασθένειες**).

- Μέχρι το Μάρτιο του 1839 αναπτύσσει την ιδέα της Φυσικής Επιλογής διαμορφώνοντας την ιδέα του Malthus ως εξής :

- 1) Επέκτεινε** την έννοια του πληθυσμιακού ελέγχου συμπεριλαμβάνοντας οποιονδήποτε άλλον **περιβαλλοντικό παράγοντα** μπορούσε να περιορίζει την πληθυσμιακή αύξηση.
- 2) Αποσυνέδεσε** το κεντρικό νόημα του Malthus από οποιοδήποτε **θεολογικό/τελεολογικό πλαίσιο** εισάγοντας την έννοια του ενδοειδικού ανταγωνισμού, δηλαδή, οργανισμοί με αρμοστά γνώρισμα (μάχη προς επιβίωση, πλεονέκτημα επιβίωσης, αναπαραγωγής) κληροδοτούν συχνά αυτά τα προνομιακά χαρακτηριστικά στους απογόνους τους την οποία ο Malthus μάλλον δεν είχε εισάγει επειδή δεν μπορούσε να αποδεχθεί την συνεπακόλουθη εξάλειψη των λιγότερο ικανών να επιβιώσουν, καθώς αυτή ήταν ασύμβατη με την αντίληψη του για την αρμονία της φύσης.
- 3) Εισήγαγε** τη μάχη για επιβίωση ως τον καθοριστικό παράγοντα πίσω από την προσαρμοστική αλλαγή.
- 4) Αποσυνέδεσε** το κεντρικό νόημα του Malthus από οποιοδήποτε **κοινωνικό/ταξικό πλαίσιο** και το προσάρμοσε στην ιδέα του περί επιβίωσης μόνο συγκεκριμένων ποικιλιών βάσει συγκεκριμένων προσαρμοστικών πλεονεκτημάτων εξηγώντας έτσι τα σχετικά σταθερά μεγέθη πληθυσμών καθώς και δημιουργούσε έναν μηχανισμό επιλογής και δημιουργίας νέων ειδών (**Φυσική Επιλογή**).

Παραχθείσα  
ποσότητα τροφής

Απαιτούμενη  
ποσότητα  
τροφής

Σημείο  
κοίτης

- Το 1844 ο Δαρβίνος έχει ήδη ένα αρκετό ‘προχωρημένο’ προσχέδιο της θεωρίας του η οποία περιλαμβάνει:

- 1) Τυχαία διαφοροποίηση ειδών δίχως να λαμβάνεται υπόψη κάποιιο προσαρμοστικό πλεονέκτημα (έλλειψη τελεολογίας).
- 2) Όλα τα είδη προήλθαν μέσω τροποποιήσεων από κοινά προγονικά είδη.
- 3) Η πίεση που το προκαλεί αυτό είναι ο ανταγωνισμός για πόρους. Περιβαλλοντολογικοί παράγοντες σε αυτή τη μάχη προς επιβίωση είναι υπεύθυνοι για την προσαρμοστική επιλογή.

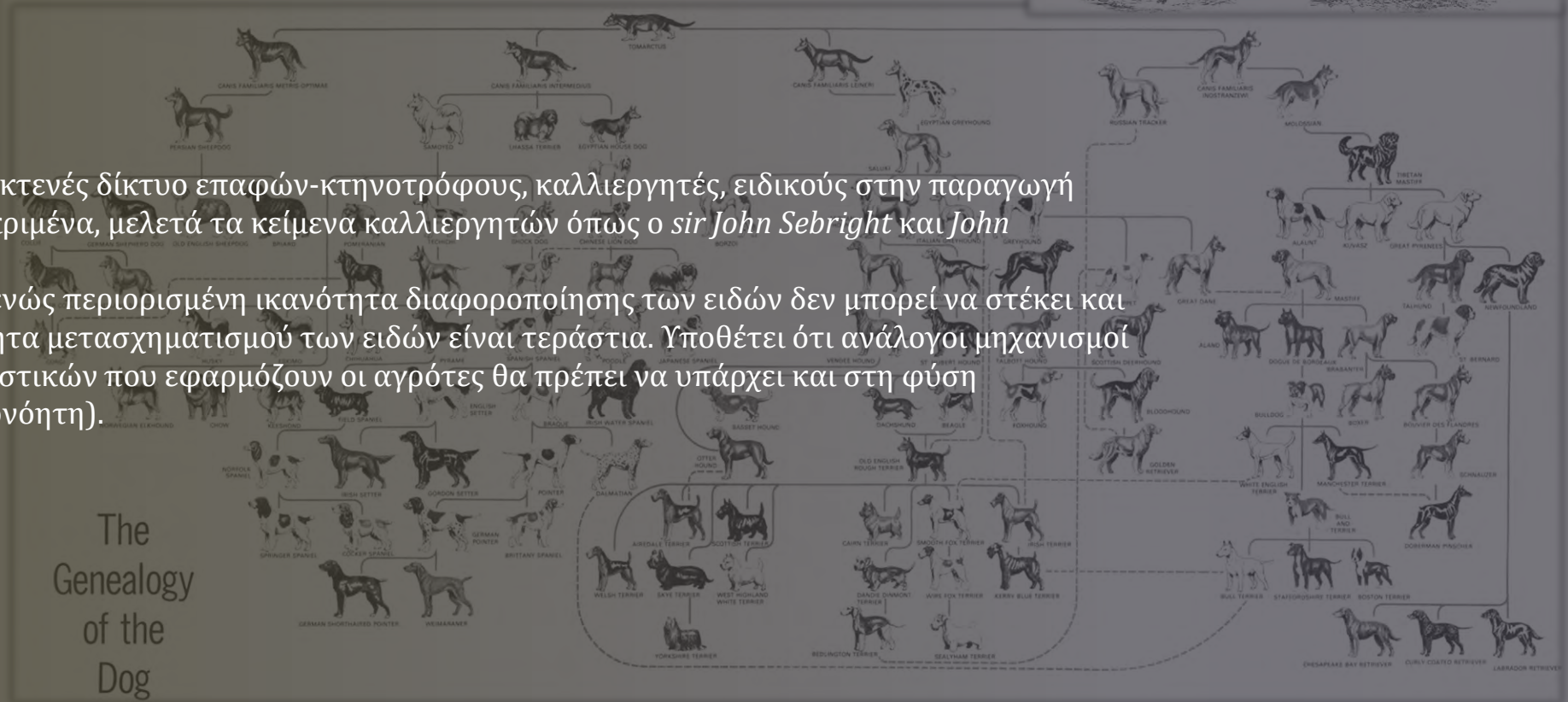
# Φυσική Επιλογή εναντίον Τεχνητής Επιλογής

## Το πρόβλημα της επαρκούς μεταβλητότητας

- Στα χρόνια των πρώτων του εξελικτικών εικασιών (1842), ο Δαρβίνος θεωρούσε τις ατομικές διαφορές ως απόλυτα εξαρτημένες από το φυσικό περιβάλλον και τις μεταβολές του, οι οποίες θα έπρεπε να είναι δραματικές, προκειμένου να οδηγήσουν σε σημαντική μεταβλητότητα στα χαρακτηριστικά των ατόμων μας πληροφορεί ευθέως, 'η μεταβλητότητα της Φύσης είναι κατά πολύ λιγότερη [από το οικόσιτο ή οικιακό πλαίσιο, μεταξύ δηλαδή των καλλιεργούμενων ζώων και φυτών], όμως η επιλογή είναι πολύ πιο δυνατή και εξονυχιστική' **(το πρόβλημα της επαρκούς μεταβλητότητας)**.

- Η συναναστροφή του με αγρότες (εκτενές δίκτυο επαφών-κτηνοτρόφους, καλλιεργητές, ειδικούς στην παραγωγή διαφόρων ποικιλιών ζώων). Συγκεκριμένα, μελετά τα κείμενα καλλιεργητών όπως ο *sir John Sebright* και *John Wilkinson*.

- Συμπεραίνει ότι η υποτιθέμενη εγγενώς περιορισμένη ικανότητα διαφοροποίησης των ειδών δεν μπορεί να στέκει και βάσει παρατηρήσεών του η ικανότητα μετασχηματισμού των ειδών είναι τεράστια. Υποθέτει ότι ανάλογοι μηχανισμοί με την 'τεχνητή επιλογή' χαρακτηριστικών που εφαρμόζουν οι αγρότες θα πρέπει να υπάρχει και στη φύση (ευρηματική ιδέα και καθόλου αυτονόητη).



The Genealogy of the Dog



# Η μακρά αναμονή.....(1844-1858)

Το πρόβλημα της επαρκούς μεταβλητότητας

- Μελέτη και μετάφραση σύγχρονων ερευνητών και προσπάθεια εξήγησης των δεδομένων τους με αμιγώς εξελικτικούς όρους (μεγαλεπίβολος στόχος).
- Ανατομική και συστηματική μελέτη των θυσανόποδων, η οποία διήρκεσε οκτώ χρόνια (1846-1854) και παρήγαγε τις τέσσερις μονογραφίες για τα θυσανόποδα (Η μελέτη βιολογικών ομάδων και η εκπόνηση μονογραφιών από επιφανείς φυσιοδίφες ήταν μια συνήθης τακτική της εποχής. Υπήρχε, επίσης, ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη ζωολογία των θαλάσσιων ασπόνδυλων, η οποία θεωρείτο πρόσφορο πεδίο για την εξέταση των μεγάλων ερωτημάτων της ζωολογίας, όπως ήταν η διερεύνηση της απαρχής της ζωής).
- Τα θυσανόποδα, ειδικά τα ζώντα είδη, ήταν απείρως μεταβλητά. Από τη συνεχή επεξεργασία των ατομικών διαφορών των δειγμάτων του ο Δαρβίνος πείθεται για την **οικουμενικότητα της ατομικής μεταβλητότητας**.
- Η μελέτη των θυσανόποδων παίζει καθοριστικό ρόλο διότι αποτελεί τη σωτήρια για τη θεωρία του Δαρβίνου αποσύνδεσή της από τις βραδείες γεωλογικές μεταβολές.

Ο Δαρβίνος ρηξικέλευθα θέτει τέρμα στην τυπολογική παράδοση όπου οι οργανισμοί ήταν σταθεροί και εγκαινιάζει την έννοια της **πληθυσμικής σκέψης**, όπου κάθε είδος αποτελείται από ποικιλόμορφους οργανισμούς.

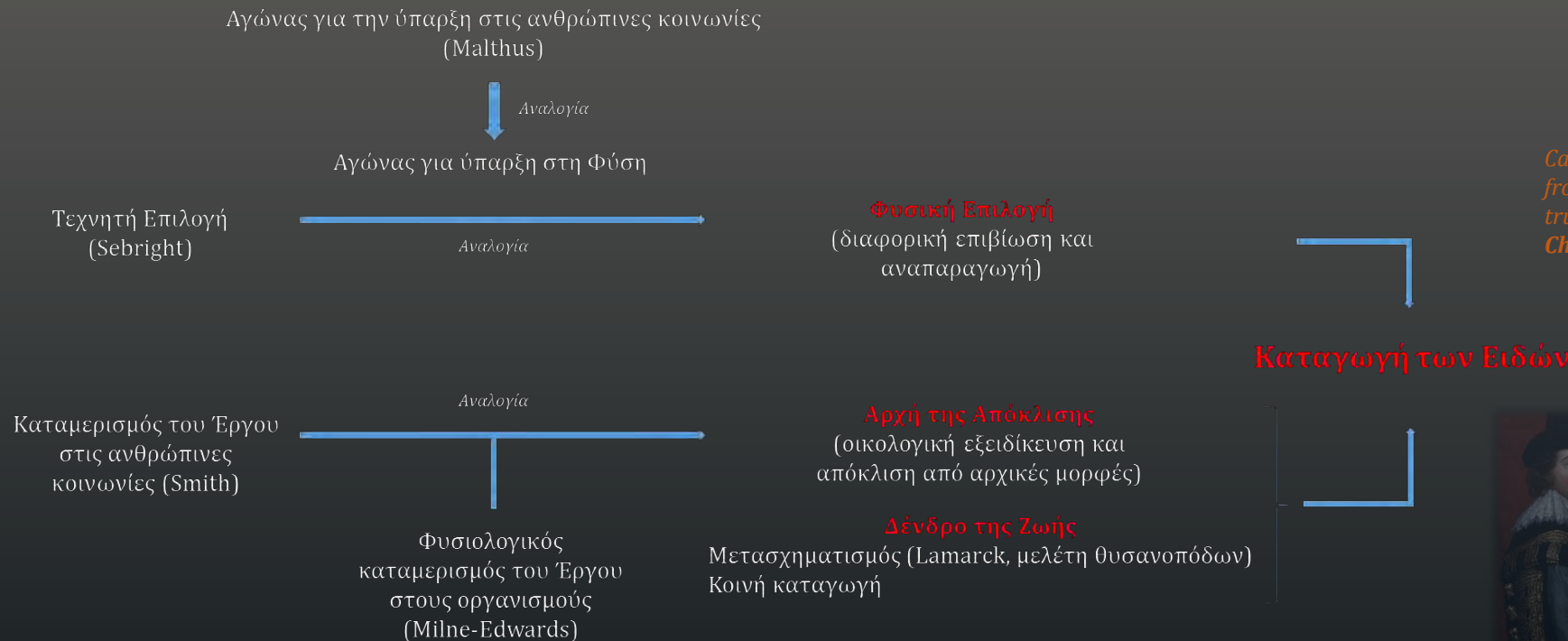
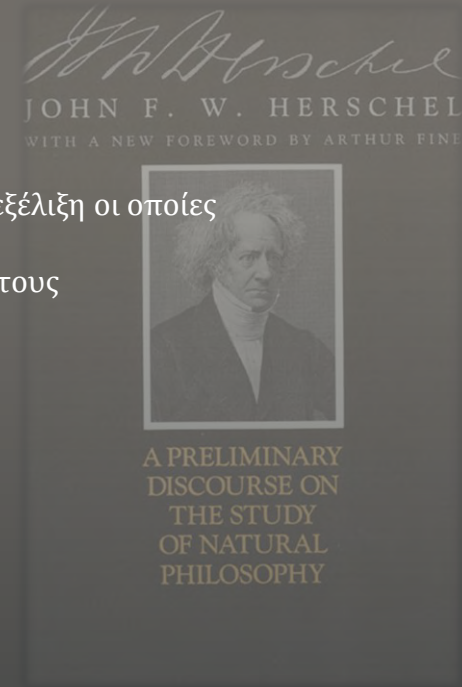




# Πώς να σχεδιάσετε μια Επιστημονική Θεωρία....

Ο Δαρβίνος ανέμενε ότι η θεωρία του θα τύχαινε δριμείας κριτικής καθώς είχε δει την αντίδραση σε παλαιότερα δημοσιευμένες θεωρίες για την εξέλιξη οι οποίες ήταν περισσότερο βασισμένες σε εικασίες και λιγότερο σε επιστημονικά δεδομένα. Προσπάθησε να αναπτύξει τη θεωρία του κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι συμβατή με τα επιστημονικά κριτήρια της εποχής του και κυρίως με τους φιλοσόφους της επιστήμης εκείνης της εποχής στην Αγγλία, Francis Bacon, John Herschel και William Whewell.

Ο Δαρβίνος προσπάθησε να οργανώσει τη θεωρία του ώστε να εκπληρώνει τις απαιτήσεις μιας γνήσιας επιστημονικής θεωρίας  
α) εδραιώνοντας την **ύπαρξη** ενός αιτίου μελετώντας το εν δράσει (αναλογία τεχνητής-φυσικής επιλογής),  
β) δείχνοντας ότι το αίτιο είναι **επαρκές** για την παραγωγή των προς εξήγηση φαινομένων  
γ) δείχνοντας ότι το αίτιο είναι **πράγματι υπεύθυνο** για αυτά τα φαινόμενα (πιθανότερη εκδοχή)



*Can the mind of man, which has, as I fully believe, been developed from a mind as low as that possessed by the lowest animal, be trusted when it draws such grand conclusions?*  
**Charles Darwin**

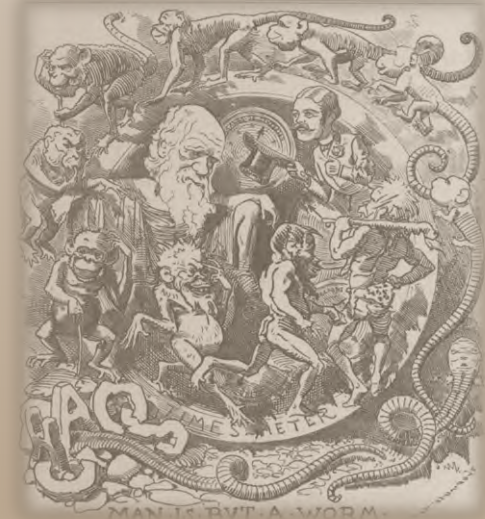


# Οι Δημοσιεύσεις (1858-1879)

- Το 1858 ο *Alfred Russel Wallace* ενημερώνει τον Δαρβίνο μέσω αλληλογραφίας για τις ιδέες του περί Εξέλιξης. Η έκθεση του *Wallace* είχε τίτλο *Σχετικά με τις Τάξεις των Ποικιλιών να Αποκλίνουν Συνεχώς από τον Αρχικό Τύπο*. Ο Δαρβίνος δέχεται ένα ισχυρότατο σοκ, δεδομένου ότι οι ιδέες του *Wallace* είναι εξαιρετικά παρόμοιες με τις δικές του. Επιπλέον, ο *Wallace* ήταν τρομερός πολέμιος και υποστηρικτής της αλήθειας της Εξέλιξης σε αντίθεση με τον Δαρβίνο ο οποίος ήταν περισσότερο συνεσταλμένος. Ο Δαρβίνος οδηγημένος από ένα σπάνιο πνεύμα επιστημονικής συναδελφικότητας έχει ενδιασμούς να δημοσιεύσει την έρευνά του εφόσον θεωρεί ότι ο *Wallace* έχει προτεραιότητα. Παρόλ'αυτά, η έρευνα του Δαρβίνου είναι τάξεις μεγέθους σε βάθος και έκταση από αυτή του *Wallace* και έτσι τελικά το Νοέμβριο του 1859 δημοσιεύεται η πρώτη έκδοση του *Η Καταγωγή των Ειδών* τα αντίτυπα του οποίου εξαντλούνται την πρώτη μέρα.
- Μέσα στα επόμενα 15-20 χρόνια σύσσωμος ο επιστημονικός κόσμος αποδέχεται την θεωρία της Εξέλιξης, παρόλ'αυτά εξακολουθούν και υπάρχουν *ισχυρές αντιρρήσεις στην ιδέα της Φυσιικής Επιλογής*, δεδομένου ότι η επικρατούσα ιδέα της Τελεολογίας ήταν εξαιρετικά δύσκολο να ανατραπεί. Επιπλέον, κάποιοι επιστήμονες δεν αποδεχονταν την ιδέα της σταδιακής εξέλιξης (gradualism), ενώ ακόμα και ο ίδιος ο Δαρβίνος δεχόνταν την πιθανότητα Λαμαρκιανής προσαρμογής.
- Το 1879 δημοσιεύει το *Η Καταγωγή του Ανθρώπου* όπου παρουσιάζει την εφαρμογή της Θεωρίας της Εξέλιξης στον άνθρωπο και υποστηρίζει πια ότι δεν υπάρχει [θεμελιώδης] διαφορά ανάμεσα στον άνθρωπο και τα ανώτερα θηλαστικά όσον αφορά τις νοητικές τους ικανότητες και μάλιστα παραθέτει, μάλιστα, την πολύ ορθή άποψη του Γάλλου φυσιολόγου και νευρολόγου *Alfred Vulprian* (1826-1887) ότι *Οι πραγματικές διαφορές ανάμεσα στον εγκέφαλο του ανθρώπου και τον εγκέφαλο των ανώτερων πιθήκων είναι πραγματικά πολύ μικρές. Δεν πρέπει να έχουμε ψευδαισθήσεις. Ο άνθρωπος, όσον αφορά τα ανατομικά χαρακτηριστικά του εγκεφάλου του, βρίσκεται πιο κοντά στους ανθρωπόμορφους πιθήκους*.

# Ο Δαρβίνος και η 'Ορθοδοξία'

- Η ιδέα της μεταμόρφωσης των ειδών ήταν τόσο **προκλητική** και **ανήκουστη** σε κάθε επίπεδο, ιδιαίτερο το πρώτο μισό του 19<sup>ου</sup> αι και είχε προεκτάσεις επιστημονικές, κοινωνικές, θεολογικές. Παρόλ'αυτά, έβρισκε υποστήριξη από 'αντιδραστικούς' οι οποίοι σκόπευαν να επεκτείνουν τη δημοκρατία και να πολεμήσουν την **αριστοκρατική ιεραρχία** και τη **θρησκευτική ορθοδοξία**.
- *Aubrey Moore*, αγγλικανός θεολόγος του 19<sup>ου</sup> αιώνα υποστηρίζει ότι '**ο Δαρβίνος έκανε τη δουλειά ενός φίλου κάτω από την αμφίσημη ενός **πολέμιου****'. Απελευθέρωσε τη Χριστιανοσύνη από μια εσφαλμένη εικόνα της θεότητας στην οποία ο Θεός ήταν παρών στον κόσμο μόνο όταν παρέμβαινε σαν από μηχανής θεός' κάτι που Τον μετέτρεπε σε κάποιο είδος ταχυδακτυλουργού.



- Ο *Thomas Huxley*, άγγλος βιολόγος, γνωστός και ως '**το μπουλντόγκ του Δαρβίνου**' εξαιτίας της σθεναρότατης υποστήριξης της θεωρίας του Δαρβίνου, ήταν από τους πρώτους με τους οποίους ο Δαρβίνος μοιράστηκε τα ευρήματά του. Κατά τη διάρκεια μιας εκδήλωσης στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας στο Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης στα πλαίσια ομιλιών της Βρεταννικής εταιρείας για την προώθηση της επιστήμης τον Ιούνιο του 1860 (επτά μήνες μετά τη δημοσίευση της *Καταγωγής των Ειδών*) έλαβε χώρα μία περίφημη λεκτική διαμάχη ανάμεσα σε σημαντικούς επιστήμονες και φιλοσόφους της εποχής, συμπεριλαμβανομένου και του ίδιου, καθώς και του αρχιεπισκόπου *Samuel Wilberforce*, *Benjamin Brodie*, *Joseph Dalton Hooker*. Η διαμάχη αυτή είναι γνωστή για την περίφημη στιχομυθία μεταξύ του *Samuel Wilberforce* και του *Thomas Huxley*.



# HELL AND THE HIGH SCHOOLS

## CHRIST OR EVOLUTION WHICH?

BY

T. T. MARTIN,  
*Evangelist.*

AUTHOR OF

GEMS FROM THE SICK ROOM,  
CONVERSION OF RUTH WYATT,  
GOD'S PLAN WITH MEN,  
REDEMPTION AND THE NEW BIRTH,  
THE NEW TESTAMENT CHURCH,  
THE SECOND COMING OF CHRIST,  
GOING TO HELL IN DROVES,  
MARRIED LIFE—ITS PRESENT-DAY  
DANGER AND EVILS,  
HELL, HEAVEN AND OTHER SERMONS.

KANSAS CITY, MO.  
THE WESTERN BAPTIST PUBLISHING CO.

# Αντιφωνείες.....

- Το 1925, η πολιτεία του Τενεσσί απαγόρευσε τη διδασχή της Θεωρίας της Εξέλιξης εντελώς. Είναι γνωστή η περίφημη 'Δίκη των πιθήκων' που αφορά τη καταδίκη ενός δασκάλου, του John Scopes, επειδή επέμενε στη διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης. Του επιβλήθηκε πρόστιμο \$100.
- **Η.Π.Α.** Το Συμβούλιο Εκπαίδευσης της πολιτείας του Κάνσας, τον Αύγουστο του 1999 υπερψήφισε την αφαίρεση κάθε αναφοράς στη μακροεξέλιξη, στην ηλικία της Γης, στην προέλευση και πρώιμη ανάπτυξη του σύμπαντος από τα σχολικά εγχειρίδια. Το Φεβρουάριο του 2001 ψηφίστηκε η επανένταξη της βιολογικής εξέλιξης και της προέλευσης της Γης (American Geological Institute, 2001). Η προηγούμενη απόφαση επαναπροσδιορίστηκε τον Αύγουστο του 2005, όπου εισήχθη ταυτόχρονα με τη **Θεωρία της Εξέλιξης** η διδασκαλία του **Ευφυούς Σχεδίου**, το οποίο αφαιρέθηκε τον Ιούνιο του 2007. Παρόμοια γεγονότα με αυτά του Κάνσας συνέβησαν και σε άλλες περιοχές των Η.Π.Α., όπως στο Κεντάκυ, το Οχάιο, την Πενσυλβανία, τη Βιρτζίνια, το Νέο Μεξικό, την Αλαμπάμα, την Οκλαχόμα κα. Τα γεγονότα αυτά ανάγκασαν τους εκδότες να προσαρμόσουν τα βιβλία τους, ώστε να ενστερνιστούν την εν λόγω πολιτική με σημειώσεις όπως «Αυτό το εγχειρίδιο παρουσιάζει την Εξέλιξη, μια αμφιλεγόμενη θεωρία, που μερικοί επιστήμονες παρουσιάζουν σαν την επιστημονική εξήγηση για την καταγωγή των ειδών...Κανένας δεν ήταν παρών όταν η ζωή πρωτοεμφανίστηκε στη Γη. Έτσι, κάθε διατύπωση για την προέλευση της ζωής πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ως θεωρία και όχι ως γεγονός».

- **Ελλάδα** Δικαστική διαμάχη (1914, Ναύπλιο) – 11 χρόνια πριν τη 'Δίκη των πιθήκων'. Η πρώτη αντίδραση κατά της Δαρβινικής θεωρίας σημειώνεται στα περίφημα 'αθεϊκά' του Βόλου το 1910 – 1911. Την εποχή αυτή οι εκπρόσωποι της εκκλησίας, σε συνεργασία με συντηρητικούς πολιτικούς, επιχείρησαν να διακόψουν την εκπαιδευτική μεταρρύθμιση που είχαν ξεκινήσει οι Δελμούζος, Σαράτσης κ.ά. στο Παρθεναγωγείο του Βόλου.

«κατά διαφόρους εποχές από του Σεπτεμβρίου 1908 μέχρι τέλους Μαρτίου 1911 εν Βόλω, Λαρίση και ιδίως εν τω Εργατικώ Κέντρω και τω Ανωτέρω Παρθεναγωγείω Βόλου, προσεπάθησαν διά ζώσης, διά διδασκαλίας και δι' εντύπων φυλλαδίων να ελκύσωσι προσηλύτους εις λεγόμενα θρησκευτικά δόγματα, τουτέστι την αθεϊαν, με τα οποία ενεργούμενα είναι ασυμβίβαστος η διατήρησις της πολιτικής τάξεως, διδάσκοντες ότι δεν υπάρχει Θεός (... ) ότι ο άνθρωπος εδημιουργήθη υπό πιθήκων, ότι ο Θεός είναι ένα αγγούρι (κλπ)».



# Οι πέντε μείζονες θεωρίες του Δαρβίνου

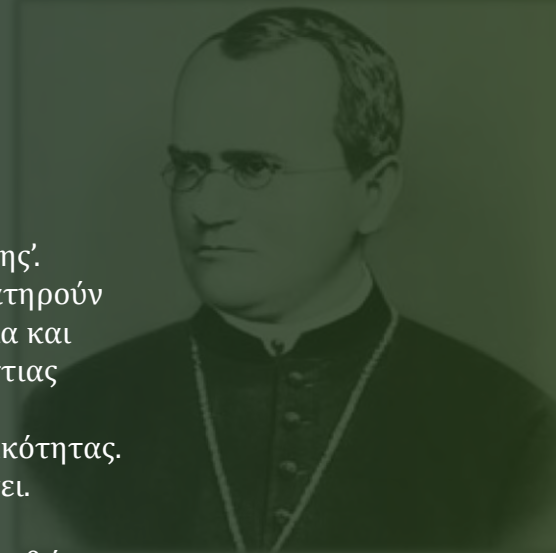
1. Η μη σταθερότητα των ειδών
2. Η καταγωγή όλων των οργανισμών από κοινούς προγόνους
3. Η βαθμιαία αλλαγή στην εξέλιξη
4. Η αύξηση κατά αριθμό των ειδών
5. Η φυσική επιλογή

Έλλειψη γνώσης περί του μηχανισμού κληρονομικότητας (γονίδια-παρόλο που η έννοια της κληρονομικότητας ήταν γνωστή ), γενετικής, τεκτονικής των γεωλογικών πλακών και εμπειρική ένδειξη της δράσης της φυσικής επιλογής.

# Νόμοι της Μεντελικής Κληρονομικότητας

## Η πραγματική κληρονομιά του Mendel και η αποτυχία του Δαρβίνου

- Ο Δαρβίνος στο βιβλίο του *Variation of Animals and Plants under Domestication* (1868) πρότεινε την 'προσωρινή υπόθεση της παγγένεσης'. Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή καθ' όλη τη ζωή ενός οργανισμού τα κύτταρα παράγουν κάποια μικροσκοπικά σπερμάτια, τα οποία διατηρούν τα βασικά χαρακτηριστικά του κυττάρου και κατά προέκταση του οργάνου από το οποίο προέρχονται στη μέγιστη δυνατή λεπτομέρεια και συσσωρεύονται μαζικά στα γαμετικά κύτταρα (**Συνεχής Ποικιλότητα**). Δυστυχώς ο Δαρβίνος θαμπωμένος από την ιδέα του περί τεράστιας ποικιλομορφίας των οργανισμών θεωρούσε το πρόβλημα της κληρονομικότητας άλυτο και γι' αυτό επέλεξε την ιδέα της συνεχούς κληρονομικότητας παρόλο που είχε επιτελέσει πειράματα από τα οποία ήταν εφικτό να εξαχθούν οι Νόμοι της Μεντελιανής Κληρονομικότητας. Δυστυχώς τα δεδομένα αυτά δεν έγιναν γνωστά στον ξάδελφό του, *Francis Galton*, ο οποίος είχε το μαθηματικό υπόβαθρο να τους εξάγει.
- Ο Gregor Johann Mendel (1822-1884), αυстро-ούγγρος μοναχός και φυσιολόγος, είναι αυτός που θεωρείται ο 'πατέρας' της Γενετικής καθώς με τις μελέτες που πραγματοποίησε σχετικά με τους μηχανισμούς της κληρονομικότητας χαρακτηριστικών στα φυτά έθεσε τα θεμέλια αυτού του 'κλάδου της Βιολογίας.
- Στον κήπο της μονής του Αγίου Θωμά στο Βrno, ανάμεσα στα έτη 1856 και 1863, ο Μέντελ καλλιέργησε και μελέτησε περίπου 29,000 μπιζελιές και τα πειράματα του οδήγησαν στη διατύπωση δύο νόμων σχετικά με τη κληρονομική διάδοση χαρακτηριστικών από γενιά σε γενιά φυτών. Αργότερα οι νόμοι αυτοί έγιναν γνωστοί ως '**Νόμοι της Μεντελιανής Κληρονομικότητας**'. Τα πειράματα του Mendel έδειξαν ότι μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως το σχήμα του καρπού, το χρώμα του άνθους κ.α. κληρονομούνται στους απογόνους και δεν επηρεάζονται από το περιβάλλον. Επίσης, ο Mendel έδειξε ότι παρόλο που ο απόγονος ελάμβανε χαρακτηριστικά και από τους δύο γονείς, μόνο τα επικρατή χαρακτηριστικά εκφράζονταν. Αυτό ήταν αντίθετο με τις ιδέες της εποχής όπου τα χαρακτηριστικά με κάποιον τρόπο αναμιγνύονταν και δεν ήταν δυνατή η ανάκτησή τους καθώς ο Mendel έδειξε ότι ήταν δυνατή η ανάκτησή τους (**Ασυνεχής κληρονομικότητα**).



Γονότυπος  
Γενετικό φορτίο ενός οργανισμού

Περιβάλλον

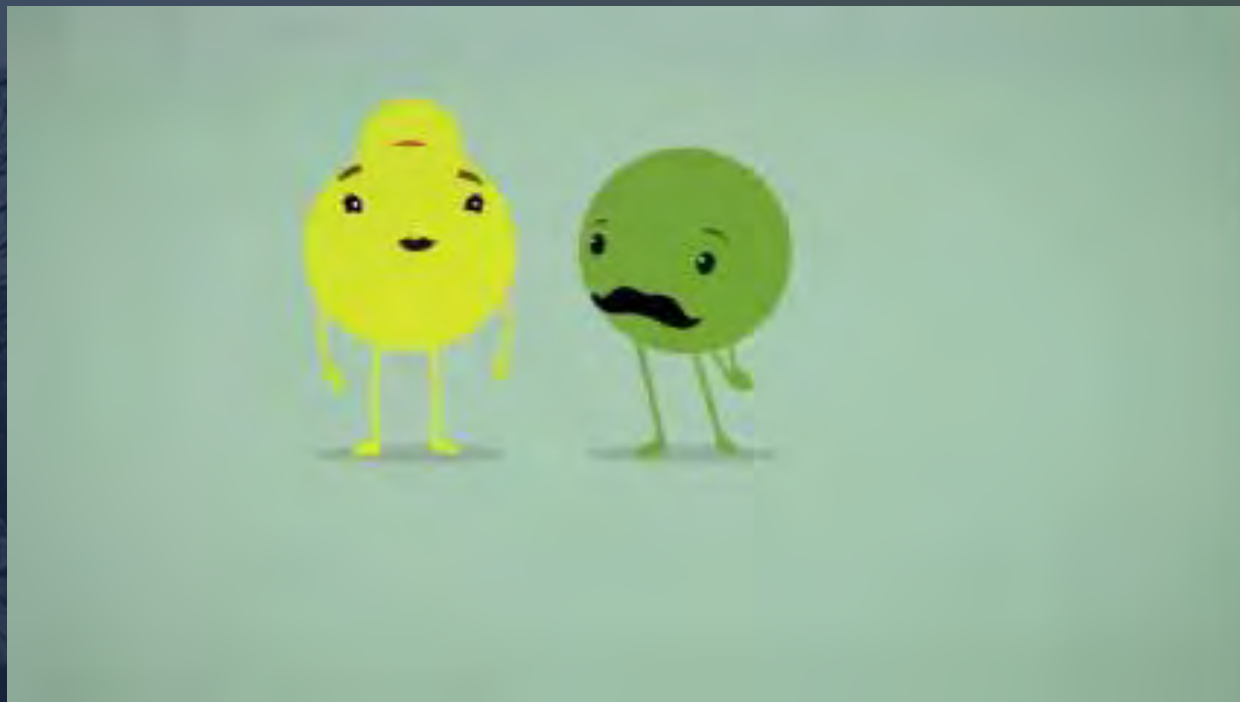
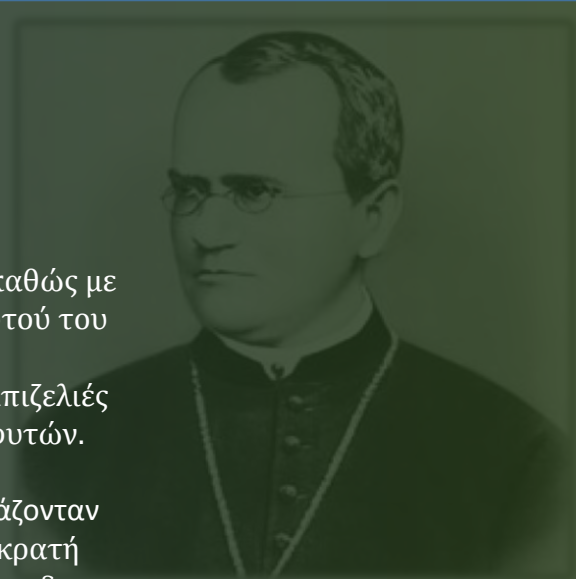
Φαινότυπος

Σύνολο των μορφολογικών, φυσιολογικών, βιοχημικών και συμπεριφορικών χαρακτηριστικών ενός ατόμου ως προς τα οποία μπορεί να διαφέρει από άλλα άτομα (μη κληρονομήσιμος 100%).

# Νόμοι της Μεντελικής Κληρονομικότητας

## Η πραγματική κληρονομιά του Mendel και η αποτυχία του Δαρβίνου

- Ο Gregor Johann Mendel (1822-1884), αυстро-ούγγρος μοναχός και φυσιολόγος, είναι αυτός που θεωρείται ο 'πατέρας' της Γενετικής καθώς με τις μελέτες που πραγματοποίησε σχετικά με τους μηχανισμούς της κληρονομικότητας χαρακτηριστικών στα φυτά έθεσε τα θεμέλια αυτού του 'κλάδου της Βιολογίας.
- Στον κήπο της μονής του Αγίου Θωμά στο Βрно, ανάμεσα στα έτη 1856 και 1863, ο Μέντελ καλλιέργησε και μελέτησε περίπου 29,000 μπιζελιές και τα πειράματά του οδήγησαν στη διατύπωση δύο νόμων σχετικά με τη κληρονομική διάδοση χαρακτηριστικών από γενιά σε γενιά φυτών. Αργότερα οι νόμοι αυτοί έγιναν γνωστοί ως '**Νόμοι της Μεντελιανής Κληρονομικότητας**'. Τα πειράματά του Mendel έδειξαν ότι μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως το σχήμα του καρπού, το χρώμα του άνθους κ.α. κληρονομούνται στους απογόνους και δεν επηρεάζονται από το περιβάλλον. Επίσης, ο Mendel έδειξε ότι παρόλο που ο απόγονος ελάμβανε χαρακτηριστικά και από τους δύο γονείς, μόνο τα επικρατή χαρακτηριστικά εκφράζονταν. Αυτό ήταν αντίθετο με τις ιδέες της εποχής όπου τα χαρακτηριστικά με κάποιον τρόπο αναμιγνύονταν και δεν ήταν δυνατή η ανάκτησή τους καθώς ο Mendel έδειξε ότι ήταν δυνατή η ανάκτησή τους (**Ασυνεχής κληρονομικότητα**).



**Γονότυπος**  
Γενετικό φορτίο ενός οργανισμού

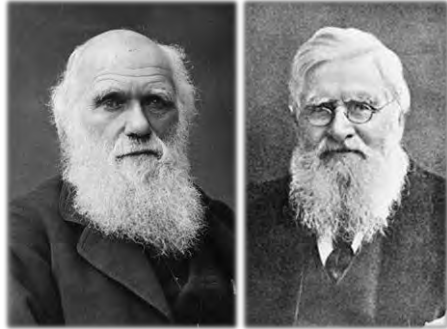
**Περιβάλλον**

**Φαινότυπος**

Σύνολο των μορφολογικών, φυσιολογικών, βιοχημικών και συμπεριφορικών χαρακτηριστικών ενός ατόμου ως προς τα οποία μπορεί να διαφέρει από άλλα άτομα (μη κληρονομήσιμος 100%).

# Η Πρόοδος της Εξελικτικής Σκέψης

**Δαρβινισμός (circa 1858)** Αποτελεί την αρχική θεωρία της εξέλιξης του Δαρβίνου όπως περιγράφεται στο **‘Καταγωγή των Ειδών’** από τον Δαρβίνο και τον Alfred Wallace. Τα σοβαρότερα **μειονεκτήματα** του Δαρβινισμού ήταν η αδυναμία ερμηνείας και προσδιορισμού του μηχανισμού της κληρονομιάς, η ανάμειξη των χαρακτηριστικών των γονέων στους απογόνους και η υιοθέτηση της Λαμαρκιανής υπόθεσης.



**Νεοδαρβινική θεωρία (circa 1892)** Ο August Weismann, Γερμανός ζωολόγος, απέρριψε την Λαμαρκιανή κληρονομικότητα δείχνοντας πειραματικά ότι οι τροποποιήσεις ενός οργανισμού κατά τη διάρκεια της ζωής τους δεν αλλάζουν την κληρονομικότητά **(Φράγμα Weismann)**. Οι νόμοι του Mendel ανακαλύπτονται ξανά το 1900 από τους βοτανολόγους Hugo De Vries, Carl Correns και Erich Tschermak και διαψεύδουν ολοσχερώς την κληρονομία των επίκτητων χαρακτηριστικών και ορίζουν πια ότι οι χαρακτήρες καθορίζονται από τα γονίδια **(Ασυνεχής κληρονομικότητα)**. Το σοβαρό **μειονέκτημα** της Νεοδαρβινικής θεωρίας είναι η φαινομενική ασυμβατότητα της κληρονομικότητας οριζόμενη από ασυνεχείς παράγοντες (γονίδια) με την παρατηρούμενη εξελικτική αλλαγή.



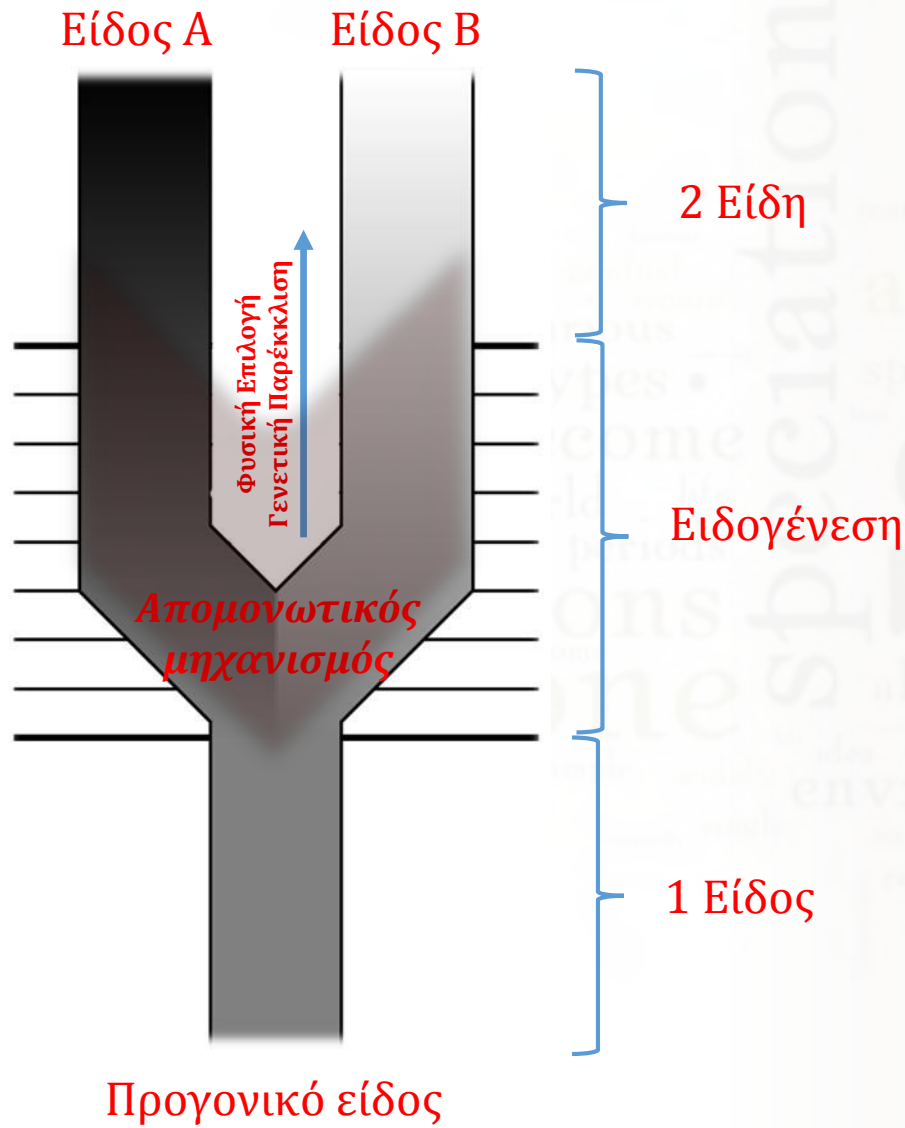
**Μοντέρνα Σύνθεση (circa 1930-50)** Η εξήγηση της κληρονομικότητας ως μιας διαδικασίας μεταβίβασης στοιχειωδών σωματιδίων εφαρμόζοντας τους Μεντελιανούς νόμους εδραιώνεται. Παρόλ'αυτά, μέχρι τη δεκαετία του '30 η επιστημονική κοινότητα αμφισβητούσε ευρέως την υπόθεση της φυσικής επιλογής ως ασύμβατης με τη Μεντελιανή κληρονομικότητα, παρά την κοινή αποδοχή της Δαρβινικής θέσης περί προέλευσης των ειδών μέσω τροποποιήσεων κοινών προγονικών μορφών. Η 'Μοντέρνα Σύνθεση' επιτυγχάνεται αρχικά μέσω της οπτικής της κληρονομικότητας ως **γενετικής πληθυσμών** μέσα από τις εργασίες των R. A. Fisher (1930), Sewall Wright (1931) και J.B.S. Haldane (1932) με τις οποίες επιχειρείται μια **μαθηματική συμφιλίωση του Δαρβινισμού με την Μεντελιανή κληρονομικότητα**. Ως καθοριστικής σημασίας για την επίτευξη της θεωρείται η παρουσίαση από τον Theodosius Dobzhansky (1937) μιας μεγαλόπνοης σύνθεσης των θεωρητικών επιτευγμάτων της γενετικής πληθυσμών και των συμπερασμάτων από την πρωτοποριακή πειραματική εργασία του στην ποικιλομορφία των πληθυσμών. Ακολουθεί το έργο πολλών άλλων σημαντικών βιολόγων όπως των Ernst Mayr (1942), George Simpson (1944) και Julian Huxley (1944), το οποίο συμβάλλει αποτελεσματικά στη σύζευξη του δαρβινισμού και γενετικής και τη συνένωση στοιχείων παλαιοντολογίας, ζωολογίας, συστηματικής και οικολογίας σε ένα κοινό εξηγητικό πλαίσιο.





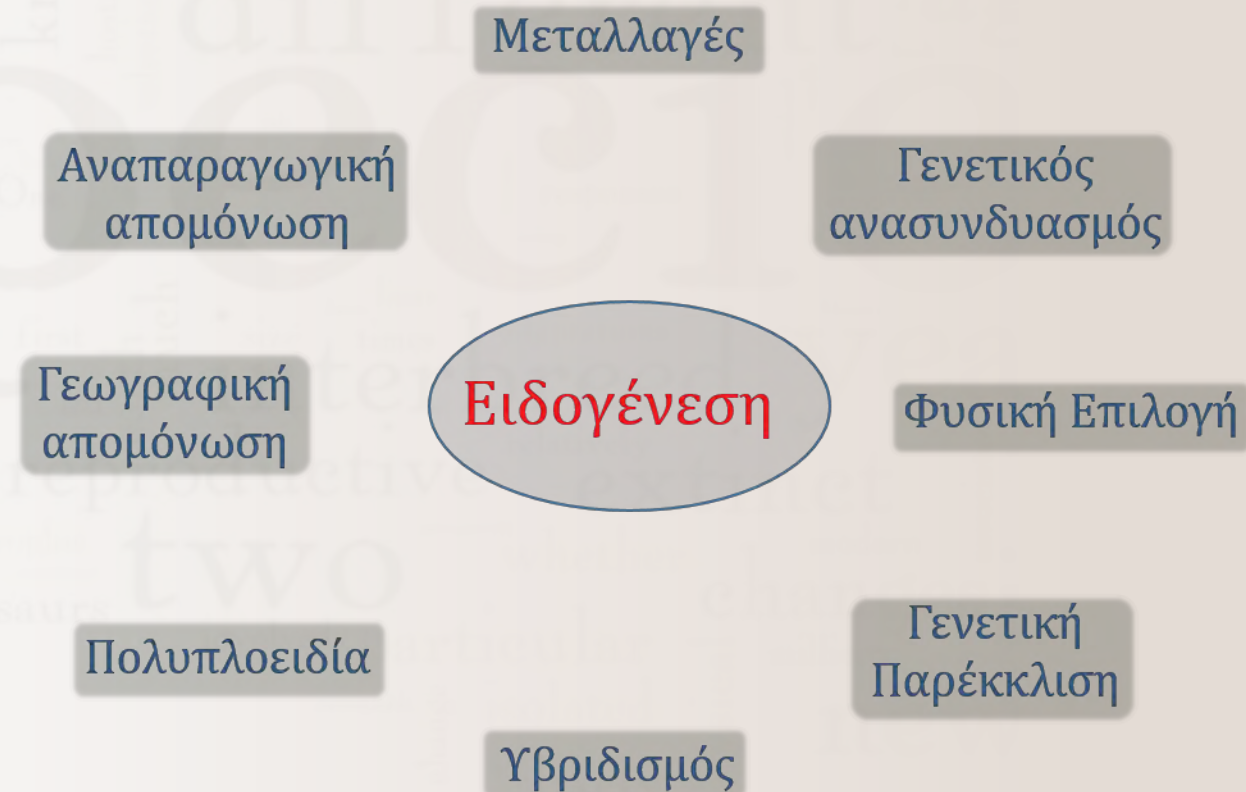
# Μηχανισμοί της Εξέλιξης

## Ειδογένεση



Οι απομονωτικοί μηχανισμοί μπορεί να είναι :

1. Γεωγραφική απομόνωση
  2. Οικολογική απομόνωση (απομόνωση ενδιαιτήματος)
  3. Χρονική απομόνωση (εποχική απομόνωση)
  4. Συμπεριφορική απομόνωση (τελετουργικό ζευγαρώματος)
  5. Μηχανική απομόνωση (αδυναμία ζευγαρώματος λόγω δομής)
  6. Γαμετική απομόνωση (ασυμβατότητα γαμετών)
  7. Αναπαραγωγική απομόνωση (θνησιμότητα ζυγώτη, αδύναμο/στείρο υβρίδιο)
- Προ-ζυγωτικοί
- Μετα-ζυγωτικοί

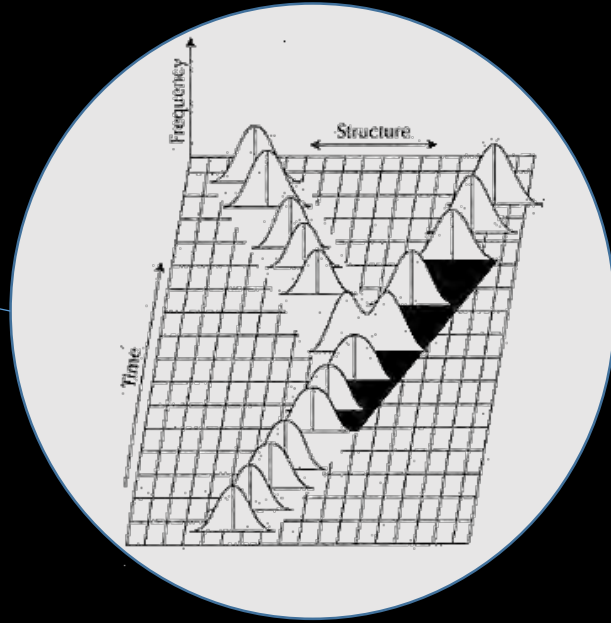


# Μηχανισμοί της Εξέλιξης

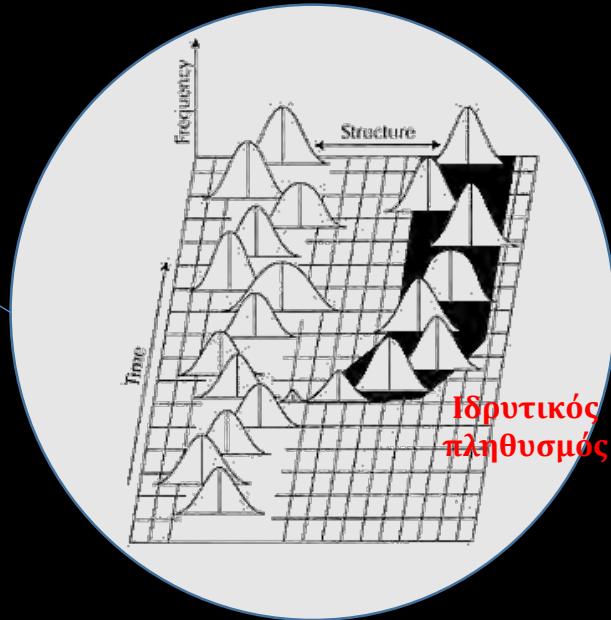
*Ειδογένεση*



Φυλετικός Ομοιομορφισμός



Μορφολογία



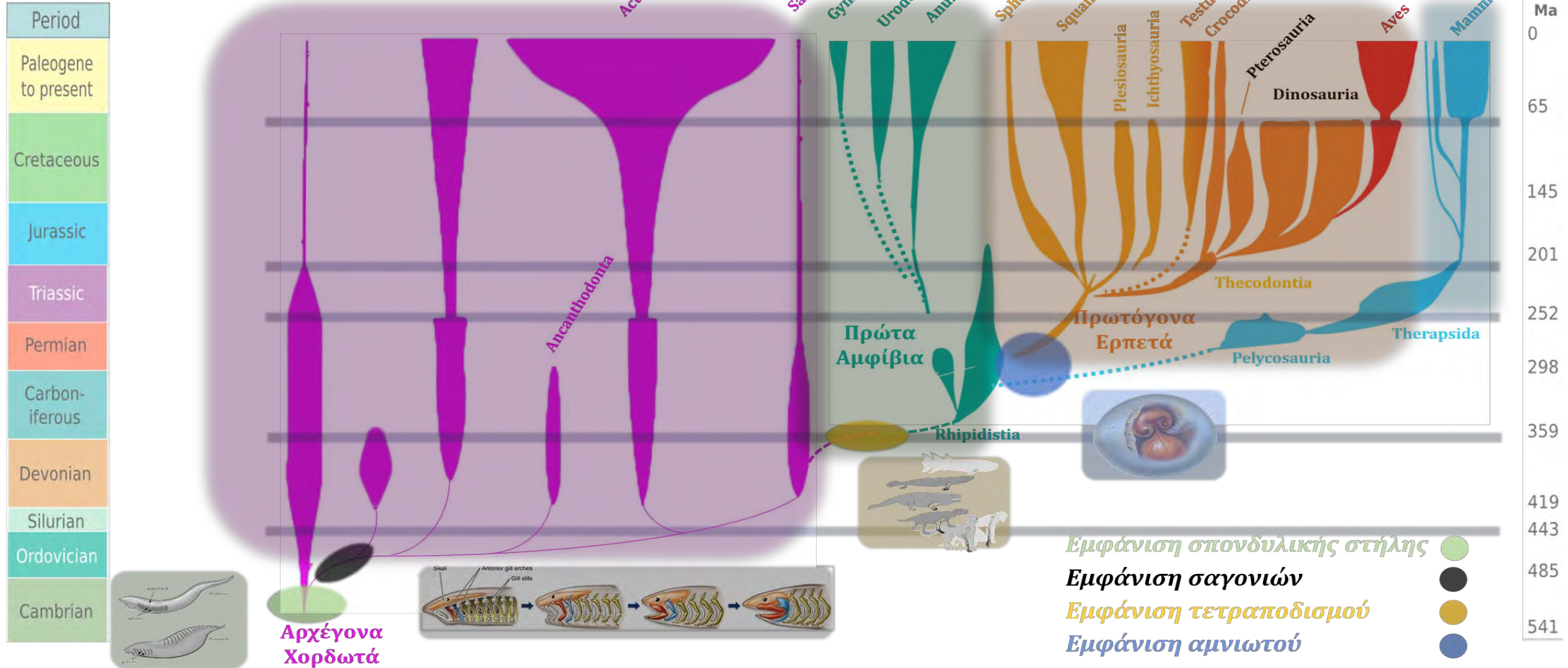
Ιδρυτικός πληθυσμός

Εστιγμένη Ισορροπία



Χρόνος

# Φυλογένεση των Ζώων



# Εξέλιξη των Τετραπόδων-Θηλαστικών



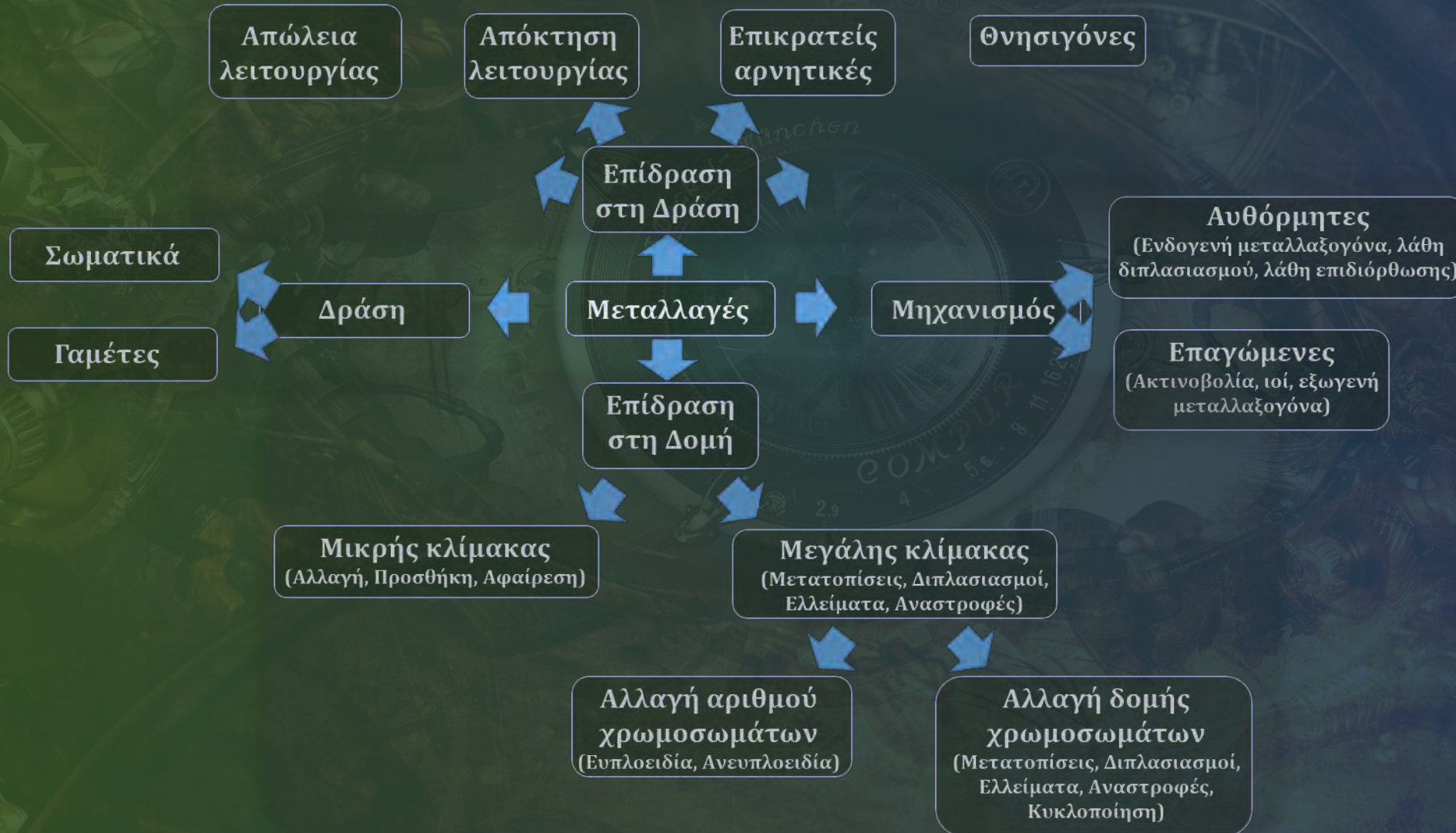


Ποιά είναι η πηγή αυτής της  
ποικιλομορφίας;

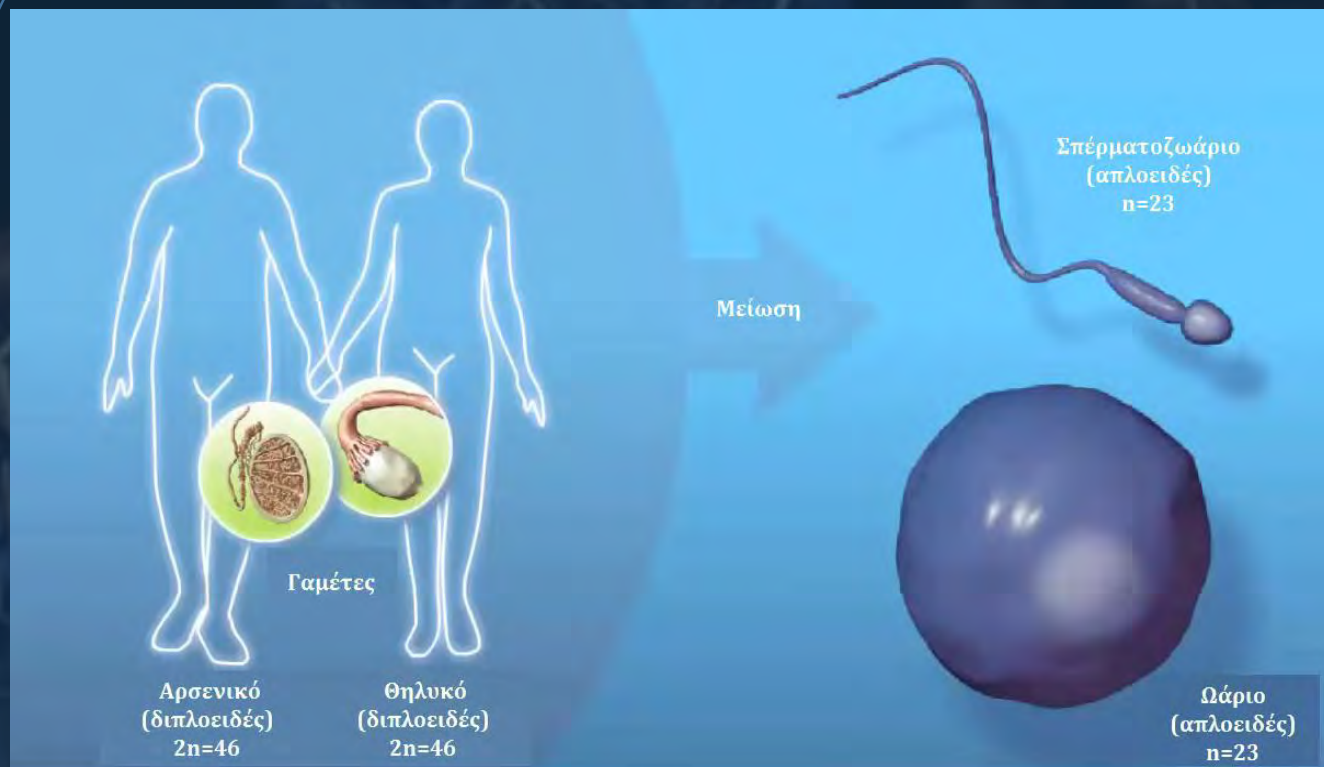
# Μηχανισμοί της Εξέλιξης

Η πηγή της ποικιλομορφίας

**Μεταλλαγή** είναι μία αλλαγή στο γενετικό υλικό (κωδικές/ρυθμιστικές περιοχές). Η αλλαγή αυτή δύναται να είναι σιωπηλή ή να έχει κάποιο απτό αποτέλεσμα στο οργανισμό (θνησιγόνα/επωφελής).



## Γενετικός Ανασυνδυασμός



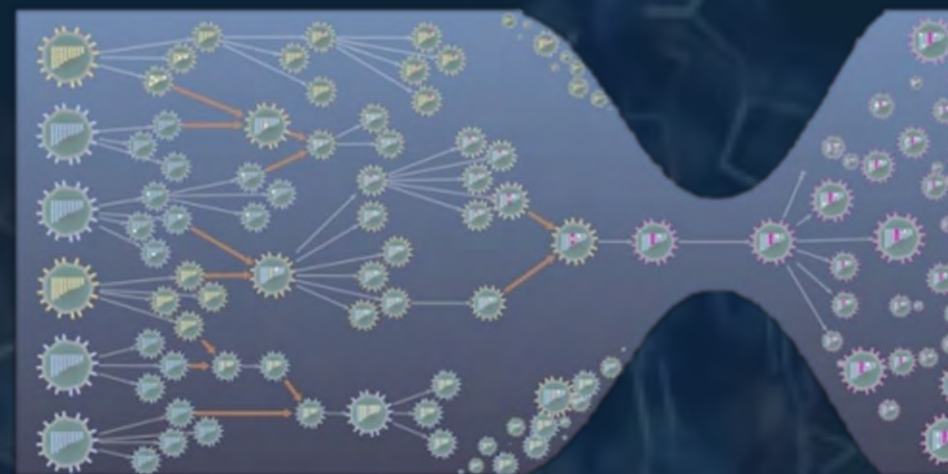
**Ο Γενετικός ανασυνδυασμός** αποτελεί προνομιακό τρόπο των ευκαρυωτικών οργανισμών για αύξηση της ποικιλομορφίας μέσω:

1. Ομόλογου ανασυνδυασμού (επιχιασμός) μεταξύ μη αδελφών χρωματίδων,
2. Τυχαίου διαχωρισμού χρωμοσωμάτων στους γαμέτες,
3. Τυχαίου συνδυασμού γαμετών κατά τη γονιμοποίηση.

## Μηχανισμοί της Εξέλιξης

Η πηγή της ποικιλομορφίας

### Γονιδιακή Ροή



Η **Γονιδιακή Ροή** - επίσης αποκαλούμενη **μετανάστευση** -είναι οποιαδήποτε μετακίνηση γονιδίων από έναν πληθυσμό σε άλλο και είναι μια σημαντική πηγή γενετικής ποικιλότητας (εισαγωγή αλληλομόρφων).

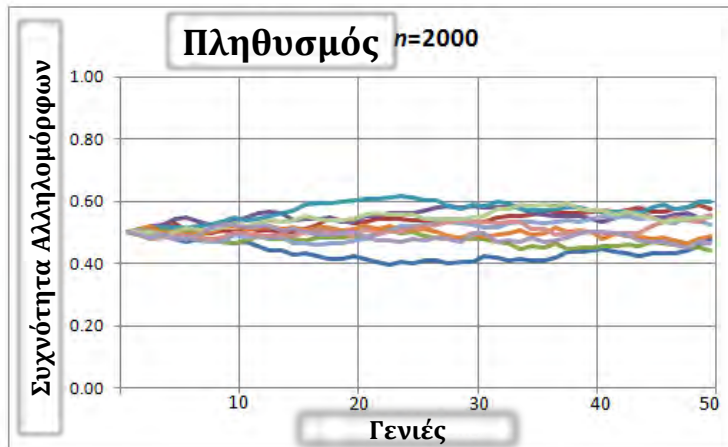
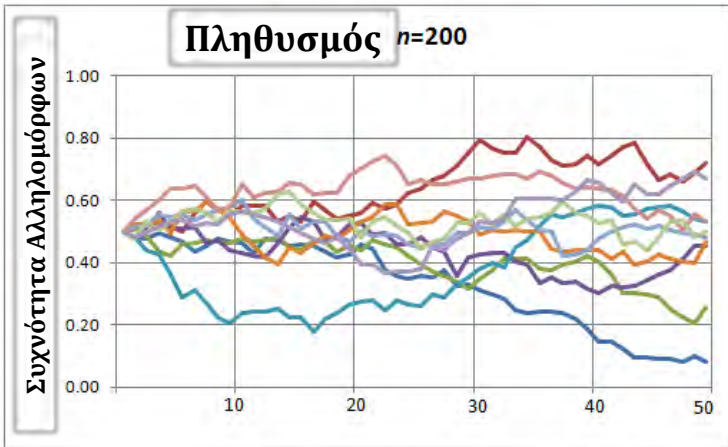
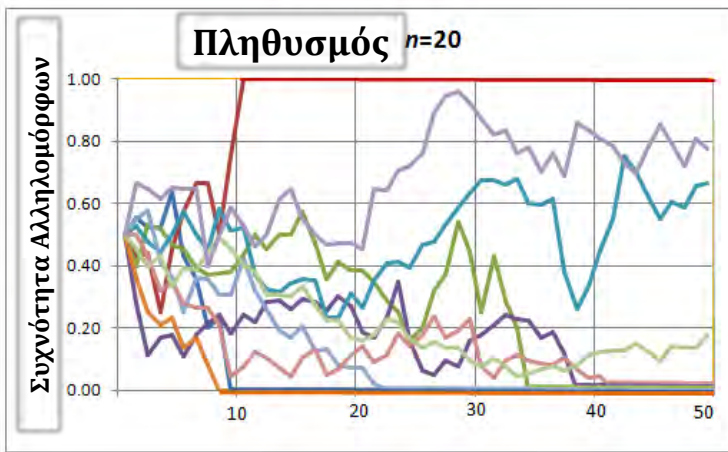
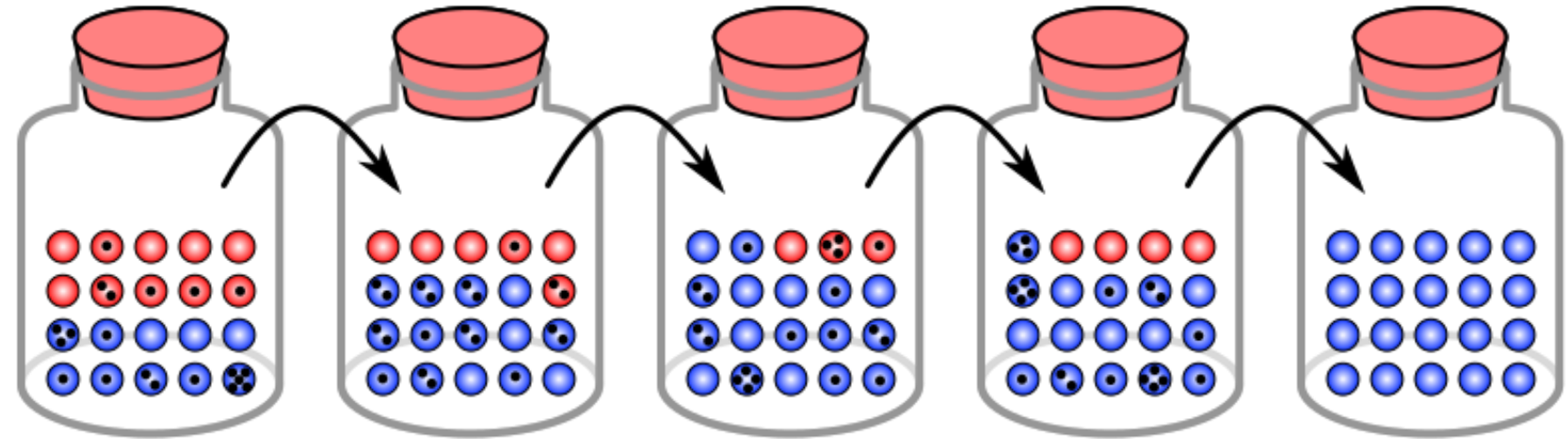
- **Συντηρητικός παράγοντας** που αποτρέπει την απόκλιση μερικώς απομονωμένων πληθυσμών και αποτελεί σημαντική αιτία σταθερότητας των ειδών.
- Η **μείωση ή ο περιορισμός της ροής γονιδίων** μεταξύ των πληθυσμών είναι ουσιαστικές για την ανάπτυξη **νέων ειδών**.

# Μηχανισμοί της Εξέλιξης

*Η πηγή της ποικιλομορφίας*

**Γενετική παρέκκλιση** είναι η τυχαία σχετική αλλαγή της γονιδιακής συχνότητας, δηλαδή της συχνότητας με την οποία εμφανίζεται ένα αλληλόμορφο/φαινότυπος σε έναν πληθυσμό (στοχαστική διαδικασία). Με τον όρο τυχαία, εννοείται η αλλαγή που **δεν οφείλεται σε Φυσική Επιλογή**, δηλαδή δεν του προσδίδει αναπαραγωγικό πλεονέκτημα (πχ ομάδα αίματος).

Είναι εντονότερη όσο μικρότεροι είναι οι πληθυσμοί, ωστόσο η σημασία της γενετικής παρέκκλισης δεν περιορίζεται στους μικρούς πληθυσμούς.





# Μηχανισμοί της Εξέλιξης

## Η πηγή της ποικιλομορφίας

**Γενετική παρέκκλιση** είναι η τυχαία σχετική αλλαγή της γονιδιακής συχνότητας, δηλαδή της συχνότητας με την οποία εμφανίζεται ένα αλληλόμορφο/φαινότυπος σε έναν πληθυσμό (στοχαστική διαδικασία). Με τον όρο τυχαία, εννοείται η αλλαγή που **δεν οφείλεται σε Φυσική Επιλογή**, δηλαδή δεν του προσδίδει αναπαραγωγικό πλεονέκτημα (πχ ομάδα αίματος).

Είναι εντονότερη όσο μικρότεροι είναι οι πληθυσμοί, ωστόσο η σημασία της γενετικής παρέκκλισης δεν περιορίζεται στους μικρούς πληθυσμούς.

### Πληθυσμιακή Στενωπός

Αρχικός πληθυσμός



Η προέλευση του πληθυσμού των ζώων γατοπάρδων μπορεί να εντοπιστεί σε μία μικρή ομάδα ατόμων που επέζησαν μία πληθυσμιακή στενωπή πριν από 10,000 χρόνια.

**Νέος πληθυσμός**

Στον νέο πληθυσμό θα κυριαρχούν τα γενετικά χαρακτηριστικά των ζώων μελών (μείωση ποικιλομορφίας).

### Αρχή του Ιδρυτή

Αρχικός πληθυσμός

Συχνότητες αλληλομόρφων:  
● 5 δακτύλα (υπολειπόμενο)  
● >5 δακτύλων (επικρατές)



Μία ομάδα ατόμων φεύγει από τον αρχικό πληθυσμό και αποτελούν τα ιδρυτικά μέλη ενός νέου, απομονωμένου πληθυσμού.

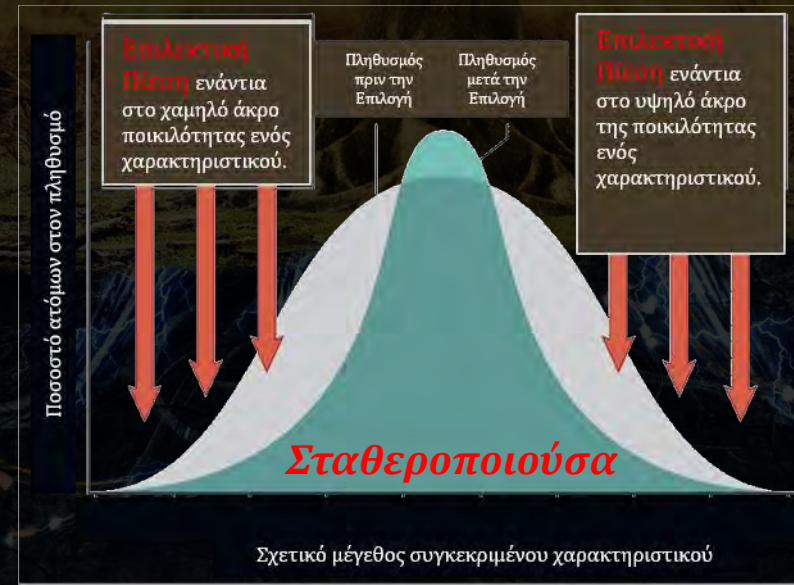
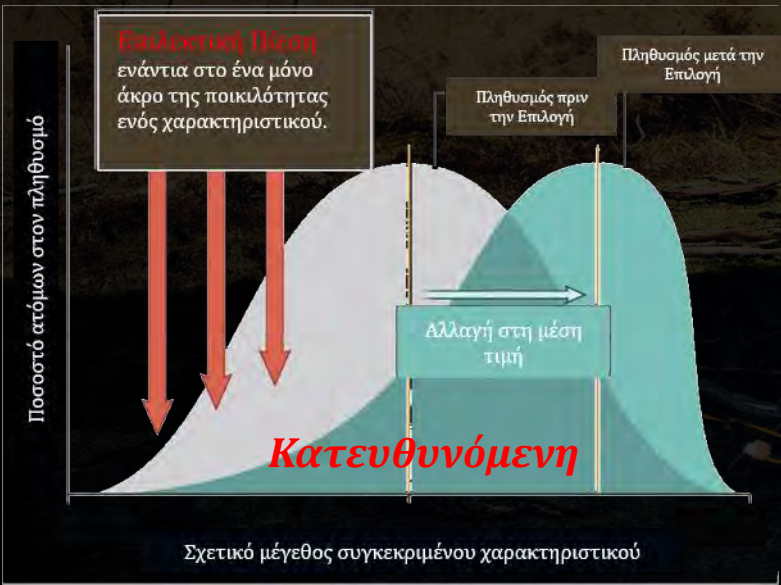
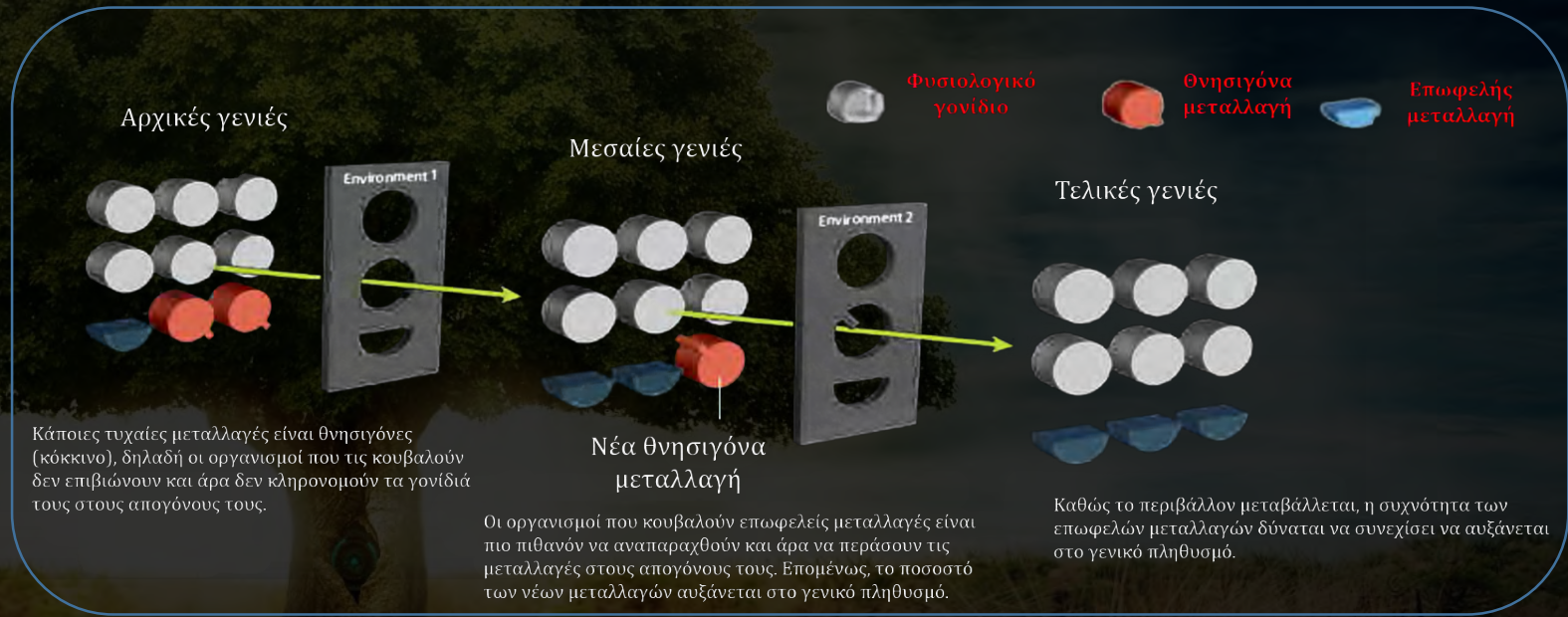
**Ιδρυτικός πληθυσμός**

Στον νέο πληθυσμό θα κυριαρχούν τα γενετικά χαρακτηριστικά των ιδρυτικών μελών (**μείωση ποικιλομορφίας**). Ενώ ο αρχικός πληθυσμός είναι λιγότερο ικανός να αποικίσει και να εμφανίσει γονοτυπικούς/φαινοτυπικούς νεωτερισμούς, ο ιδρυτικός πληθυσμός είναι ικανός να αποικίσει ταχύτατα από τον αρχικό εξαιτίας του μικρού του μεγέθους (μικρή γενετική δεξαμενή) εμφανίζοντας κρυμμένες (υπολειπόμενες) γενετικές αλληλεπιδράσεις.

# Μηχανισμοί της Εξέλιξης

## Φυσική Επιλογή

- Η Φυσική Επιλογή ως **μηχανισμός προσαρμογής** είναι ίσως η πιο σημαντική συνεισφορά του Δαρβίνου. Η προσαρμογή ενός είδους μέσω της διατήρησης συγκεκριμένων χαρακτηριστικών σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες (διαφοροποιημένη επιβίωση και αναπαραγωγή) βοηθά στην **αναπαραγωγική ευημερία** ενός οργανισμού.
- Τα 'καταλληλότερα' άτομα επιζούν και αφήνουν περισσότερους απογόνους.



Η **Φυλοεπιλογή** είναι μια 'ειδική περίπτωση' Φυσικής Επιλογής και επενεργεί προσδίδοντας σε ορισμένα άτομα έναντι άλλων του ίδιου φύλου και είδους αναπαραγωγικό πλεονέκτημα αλλά όχι απαραίτητα πλεονέκτημα επιβίωσης (φυλετικός διμορφισμός).

**Ενδοφυλετική επιλογή** : Τα αρσενικά ανταγωνίζονται για την προσέγγιση των θηλυκών, το ποσόν του χρόνου που δαπανάται για σύζευξη με τα θηλυκά, και ακόμη εκείνου για να πάρουν το σπέρμα που θα γονιμοποιήσει τα αυγά (πχ. οι αρσενικές λιβελλούλες τρίβουν το σπέρμα του αντιπάλου έξω από το θηλυκό αναπαραγωγικό σωλήνα κατά τη ζευγάρισμα, οι θαλάσσιοι ελέφαντες μάχονται στο έδαφος, κάποια ζώα μάχονται ή διατηρούν μεγάλα κέρατα προκειμένου να επικρατήσουν έναντι αρσενικών του ίδιου φύλου).

**Διαφυλετική επιλογή** : Τα θηλυκά επιλέγουν με ποια αρσενικά θα ζευγαρώσουν, πόσο καιρό θα ζευγαρώσουν, και ακόμη ποιανού σπέρμα θα γονιμοποιήσει τα αυγά τους (πχ. τα παγώνια διατηρούν περίτεχνες ουρές). Μερικά θηλυκά μπορούν να εκτινάξουν το σπέρμα από έναν ανεπιθύμητο σύντροφο.

Η φυλοεπιλογή είναι τόσο ισχυρή που συχνά δημιουργεί χαρακτηριστικά γνωρίσματα επιβλαβή για την επιβίωση του ατόμου.

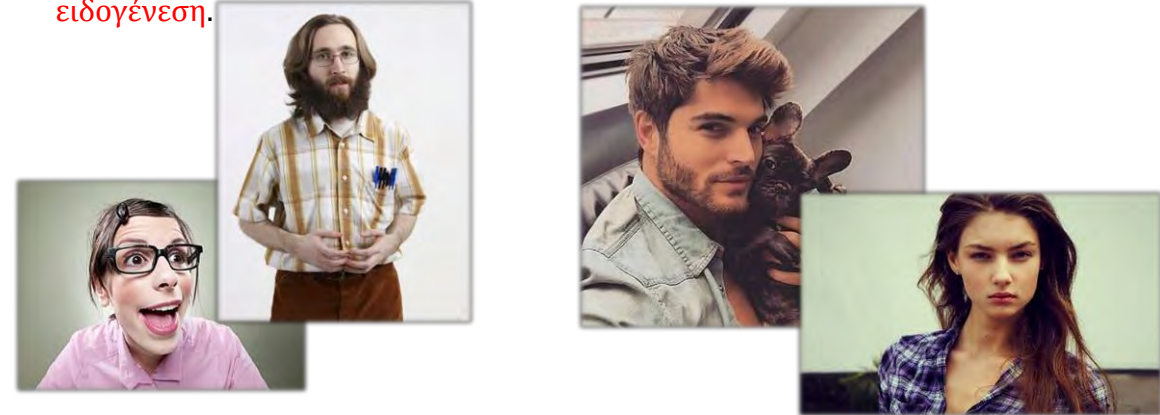


# Μηχανισμοί της Εξέλιξης

## Φυλοεπιλογή-Μη Τυχαία Σύζευξη

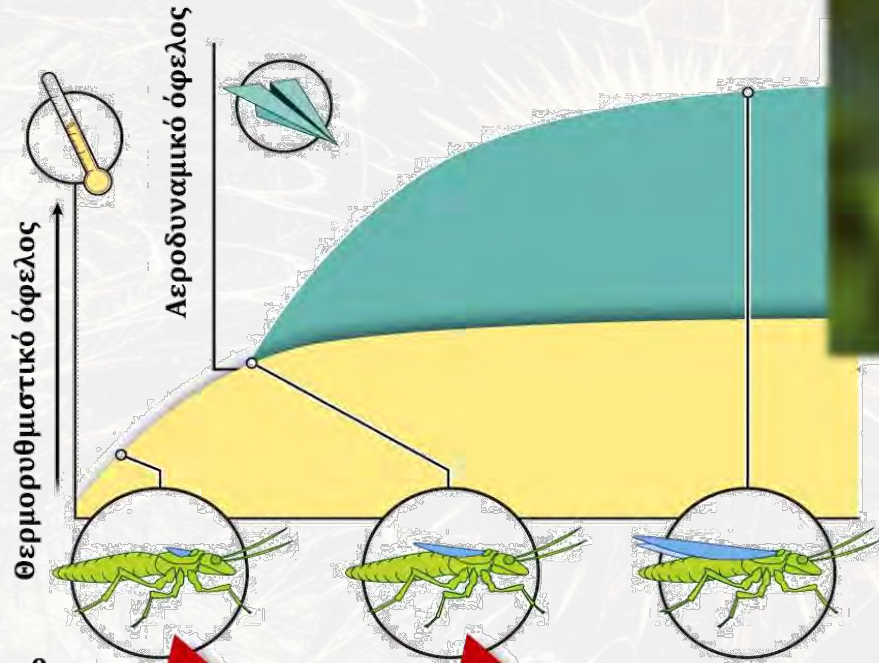
**Μη Τυχαία Σύζευξη (εκλεκτικό ζευγάρισμα)** (σε αντίθεση με την τυχαία σύζευξη που περιλαμβάνει άτομα που ζευγαρώνουν κατά τύχη και όχι σύμφωνα με τους γονοτύπους ή τους φαινότυπούς τους) εμφανίζεται όταν τείνουν τα άτομα να ζευγαρώσουν με εκείνους που έχουν τον ίδιο φαινότυπο ή οικοθέση.

- Διάρθρωση σε δύο φαινοτυπικές κατηγορίες (ή κατηγορίες με βάση το ενδιαίτημα) με μειωμένη ανταλλαγή γονιδίων (πχ. ενδογαμία ατόμων, εκλεκτικό ζευγάρισμα). Αυτό δύναται να οδηγήσει σε **ταχεία απόκλιση** και **ειδογένεση**.



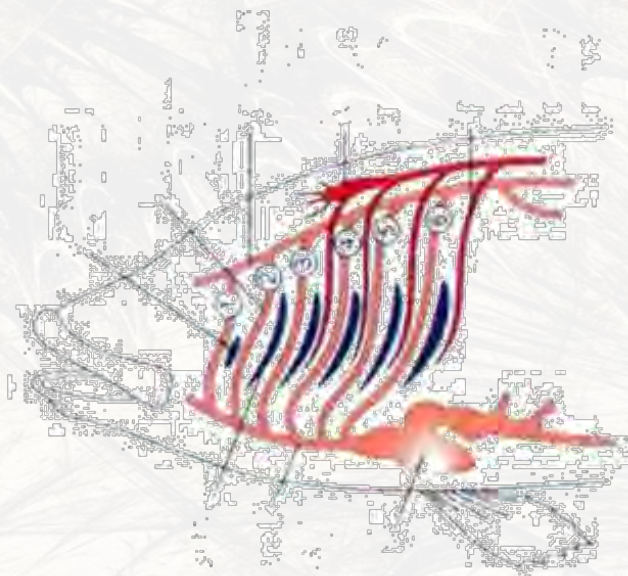
# Παρερμηνείες... 'Κακός Σχεδιασμός'

- Η Φυσική Επιλογή ΔΕΝ δημιουργεί τέλειες προσαρμογές.
- Η επίτευξη της προσαρμογής ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ από την ήδη προϋπάρχουσα ποικιλότητα.
- ΔΕΝ είναι τελεολογική.



Κάποιο **θερμορρυθμιστικό όφελος** επιτυγχάνεται με μικρού μεγέθους πτερύδια, οπότε επιλέγονται για περαιτέρω αύξηση μεγέθους.

Μόλις το μέγεθος των πτεριδίων φτάσει ένα μέσο μέγεθος παρουσιάζουν κάποιο **αεροδυναμικό όφελος**, οπότε επιλέγονται για περαιτέρω αύξηση μεγέθους.



Το Παλίνδρομο Λαρυγγικό Νεύρο

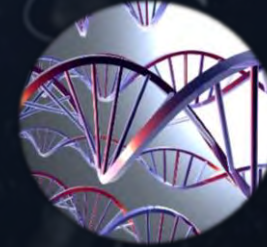
# Ενδείξεις υπέρ της Εξέλιξης



Βιογεωγραφία



Απολιθώματα



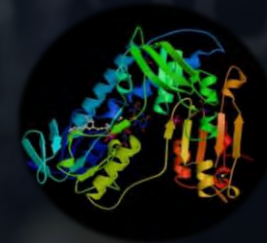
Γενετική



Μορφολογία/  
Συγκριτική  
Ανατομία



Εν Δράσει



Βιοχημεία

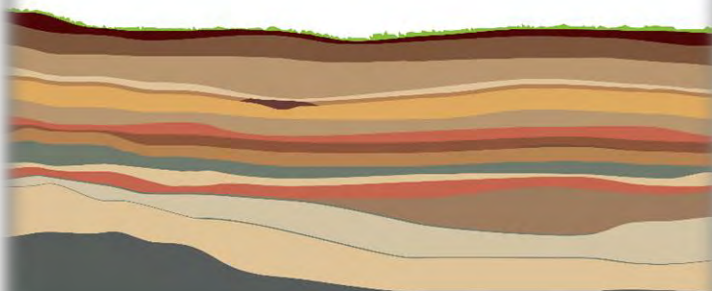
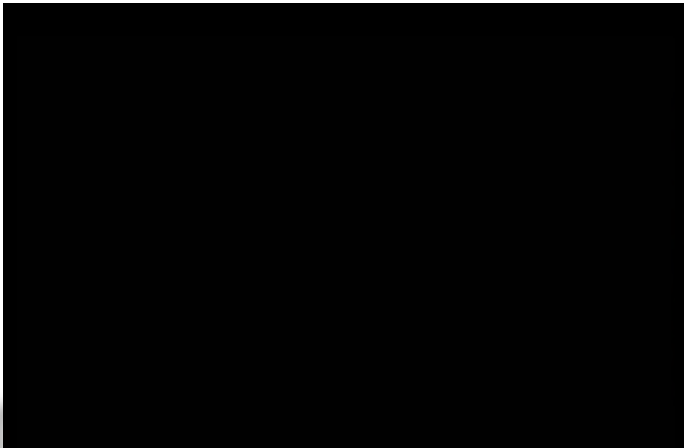


Εμβρυολογία

Οι οργανισμοί είναι **Εξελικτικά Παλίμψεστα**...κουβαλούν την εξελικτική ιστορία μέσα τους...

# Στρωματογραφία (Σχετικός ηλικιακός προσδιορισμός)

Η στρωματογραφία είναι ένας κλάδος της Γεωλογίας που εξετάζει την στρωματική διαμόρφωση (στρωματογραφικά όρια) των υλικών από τα οποία αποτελούνται τα επιφανειακά ιζηματογενή στρώματα της Γης. Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίζει τη **χρονολογική διαδοχή** τους και καθορίζει τα διάφορα στάδια εξέλιξης τόσο της γης όσο και κατ' επέκταση των μορφών ζωής.



Νεότερο

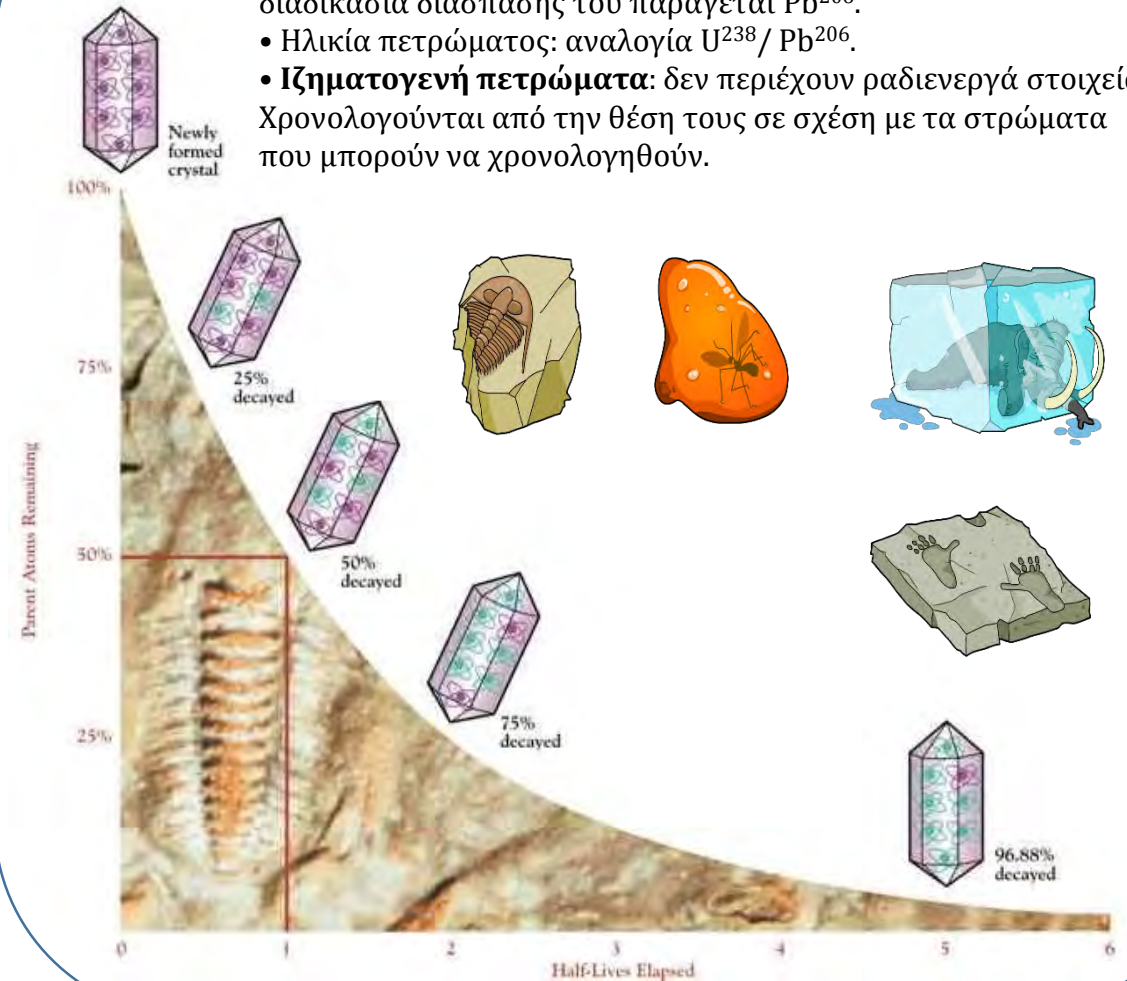
Παλιότερο

**Αρχή υπερθέσεως (Superposition):** Σε μία αδιάταρακτη ακολουθία ιζηματογενών πετρωμάτων τα υποκείμενα στρώματα είναι παλαιότερα από τα υπερκείμενα [Nicolaus Steno (1638-1686)].

# Αρχείο Απολιθωμάτων

## Ραδιοχρονολόγηση (Απόλυτος ηλικιακός προσδιορισμός)

- Πετρώματα **ηφαιστειακής προέλευσης** περιέχουν: Κάλιο, Ουράνιο και Θόριο (ραδιενεργά στοιχεία).
- Πχ Ουράνιο 238: χρόνο ημιζωής 4,5 δισεκ. χρόνια, από τη διαδικασία διάσπασης του παράγεται  $Pb^{206}$ .
- Ηλικία πετρώματος: αναλογία  $U^{238} / Pb^{206}$ .
- **Ιζηματογενή πετρώματα:** δεν περιέχουν ραδιενεργά στοιχεία. Χρονολογούνται από την θέση τους σε σχέση με τα στρώματα που μπορούν να χρονολογηθούν.



# Η Διαδοχή της αλλαγής

Συνθέτοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα

- Τα απολιθώματα τεκμηριώνουν μία βαθμιαία σταθερή αλλαγή από τις προγονικές μορφές στους απογόνους και καταγωγή τους από έναν κοινό πρόγονο.
- Ασυνέχειες και κενά στη φυλετική σειρά. Ο Δαρβίνος όμως επέμεινε ότι αυτό οφείλεται στην έλλειψη πληρότητας του αρχείου των απολιθωμάτων διότι μόνο ένα μικρό κλάσμα οργανισμών που έζησαν κάποτε άφησαν απολιθώματα.
- Διαφορετικές ομάδες οργανισμών εμφανίζονται σε διαφορετικές γεωλογικές περιόδους με ξεκάθαρη τάση των απλούστερων οργανισμών να εμφανίζονται νωρίτερα.



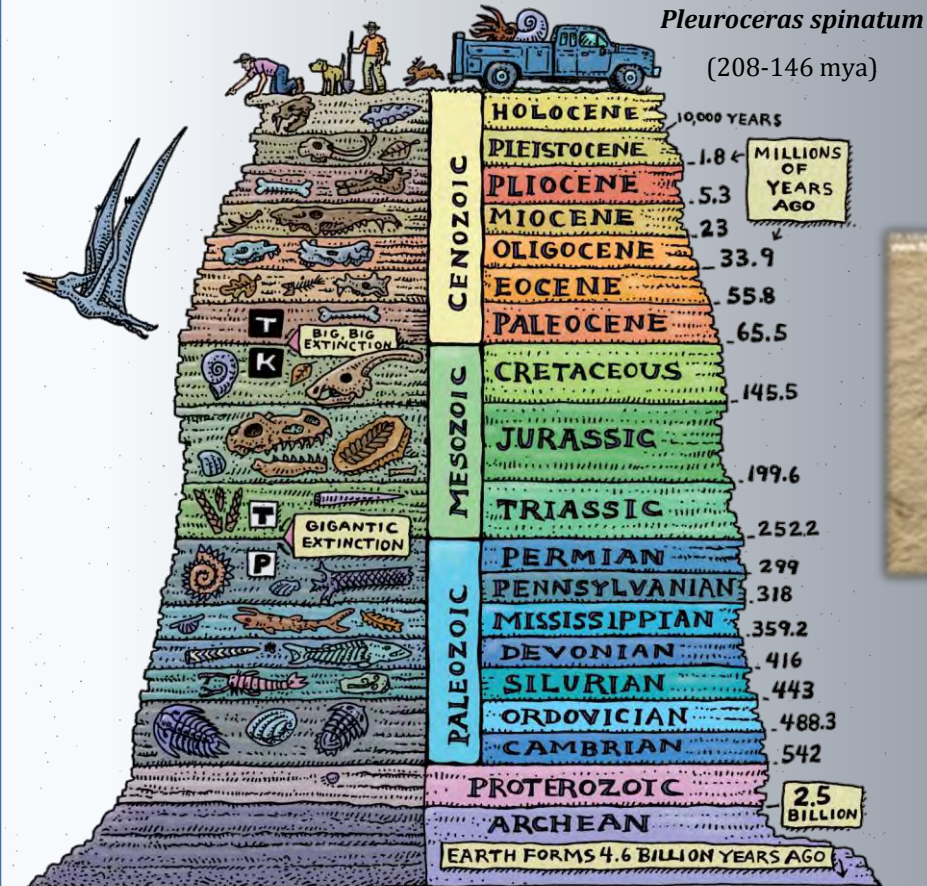
Απολίθωμα Κατσαρίδας

(108-92 mya)



*Pleuroceras spinatum*

(208-146 mya)



*Compsognathus longipes*

(150 mya)



*Priscacara liops*

(40-50 mya)



*Lygodium kaulfussi*

(54 - 37 mya)



*Fossil Amber Plantae*

(38-20 mya)



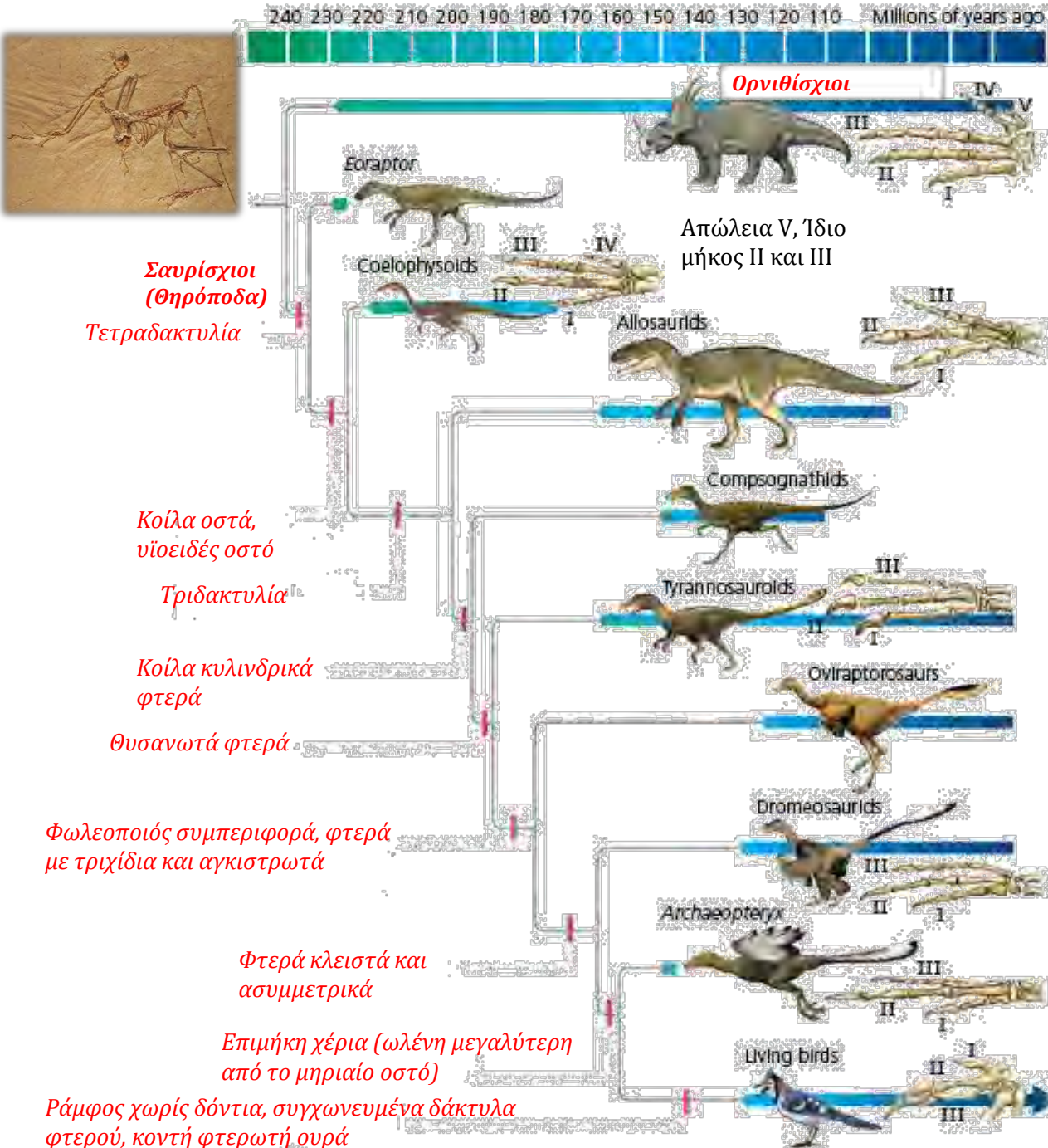
*Archaeopteryx*

(160 mya)



*Sinosauropteryx heilmanni*

(124 mya)



# Εξέλιξη των Πτηνών (Aves)

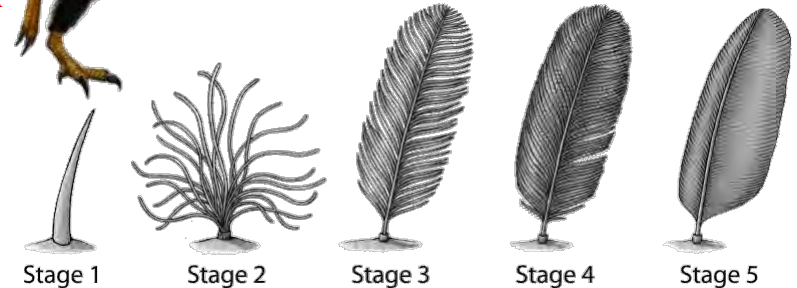
Μείωση IV και V

Απώλεια IV και V, II μεγαλύτερο

Μείωση III

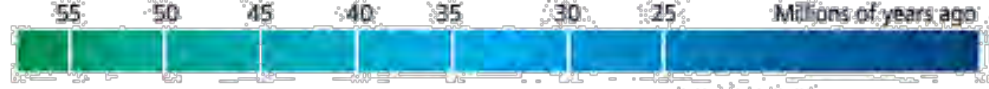
Επιμήκυνση II

Μείωση I, συγχώνευση II και III, απώλεια κάποιων φαλάγγων





# Εξέλιξη των Φαλαινών (Cetacea)



Pakicetus

Ambulocetus

Kutchicetus

Rodhocetus

Dorudon

Odontocetes

Mysticetes

Ημιδρόβιο περιβάλλον, γλυκό νερό

Μεγάλη ισχυρή ουρά, κοντύτερα πόδια, παχιά επένδυση στο σαγόνι για ακοή, γλυφό νερό

Αλμυρό νερό

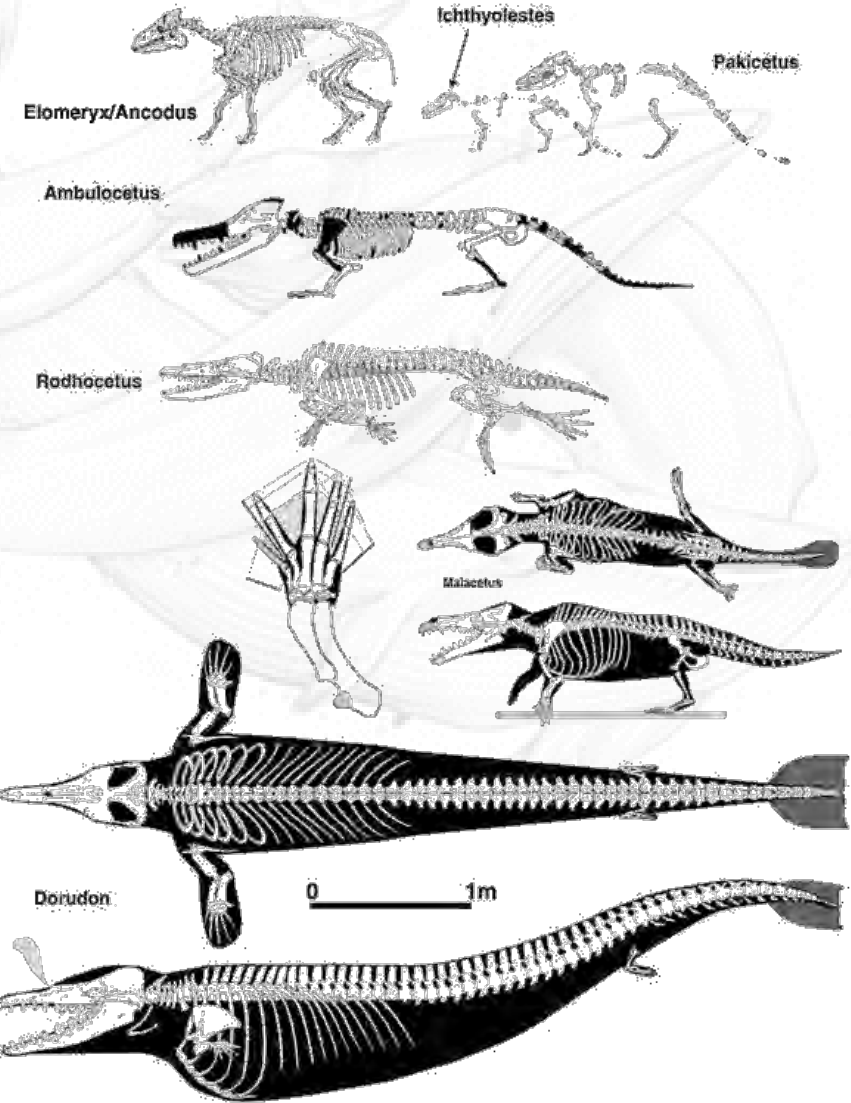
Μετακίνηση ανοίγματος μύτης προς τα πίσω

Πτερύγια ουράς, πολύ κοντά πίσω πόδια, μετακίνηση ανοίγματος μύτης ακόμα πιο πίσω

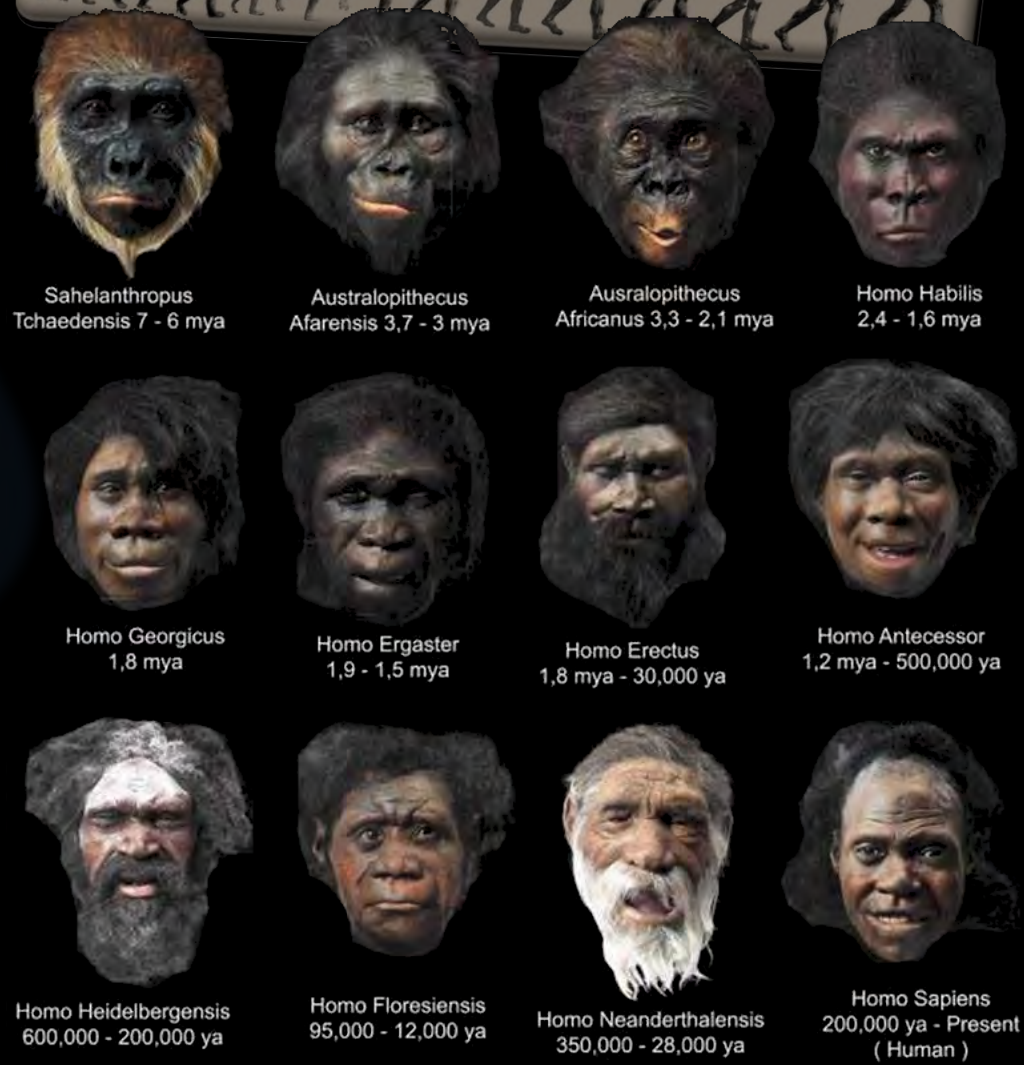
Ηχοανίχνευση

Πλήρης απώλεια οπίσθιων ποδιών, κανονική θέση φουσητήρα

Μπαλένες

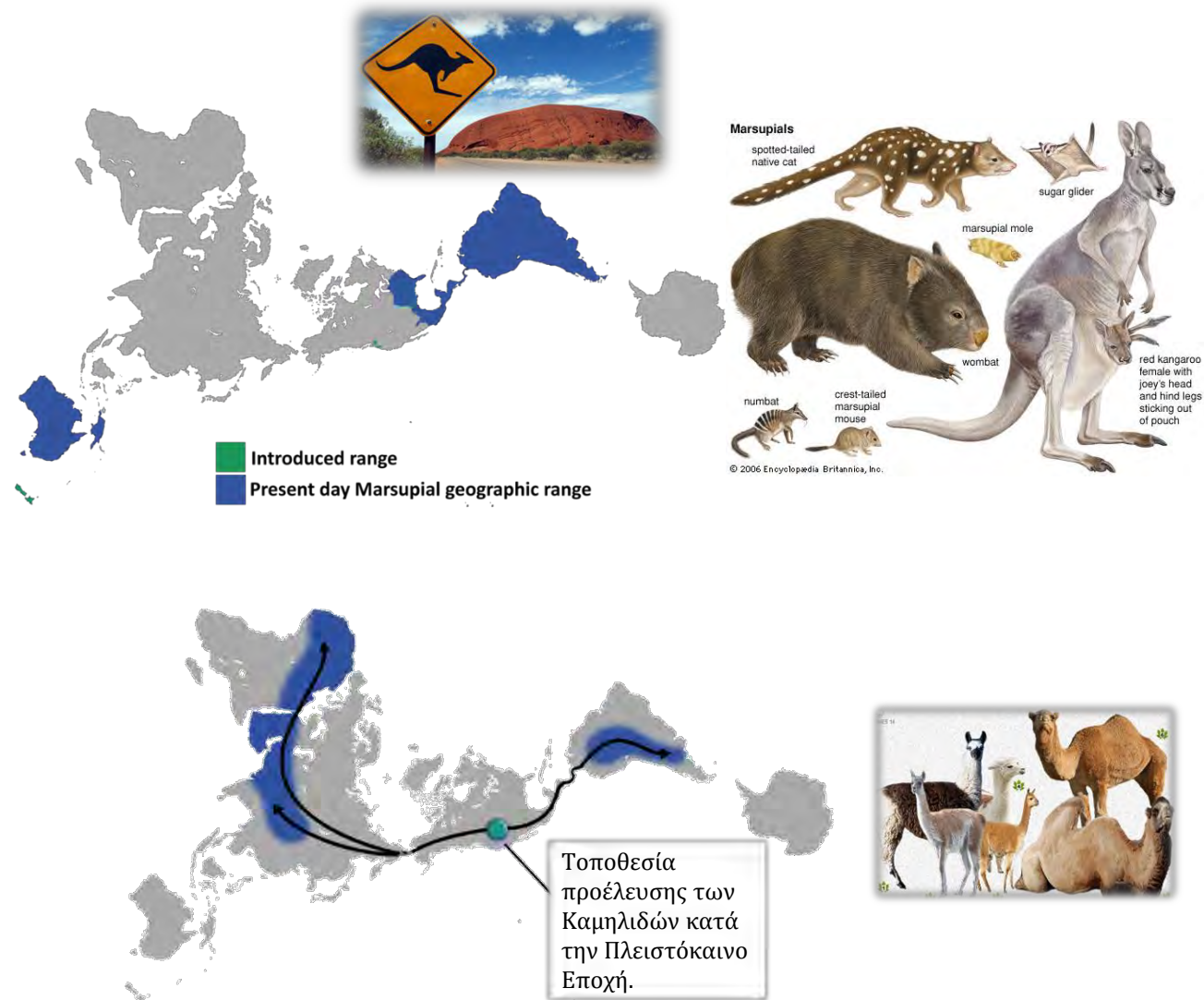
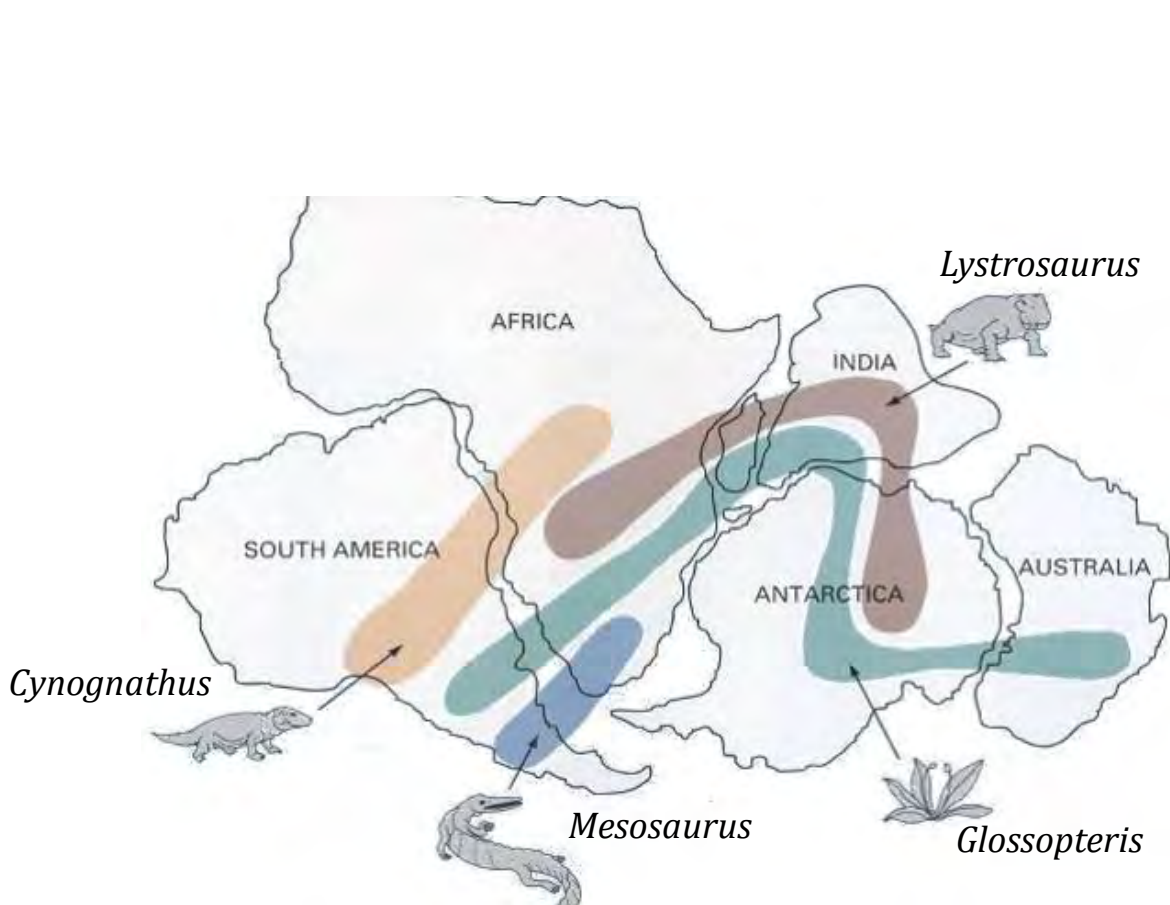


# Εξέλιξη των Ανθρωπιδών



# Βιογεωγραφία

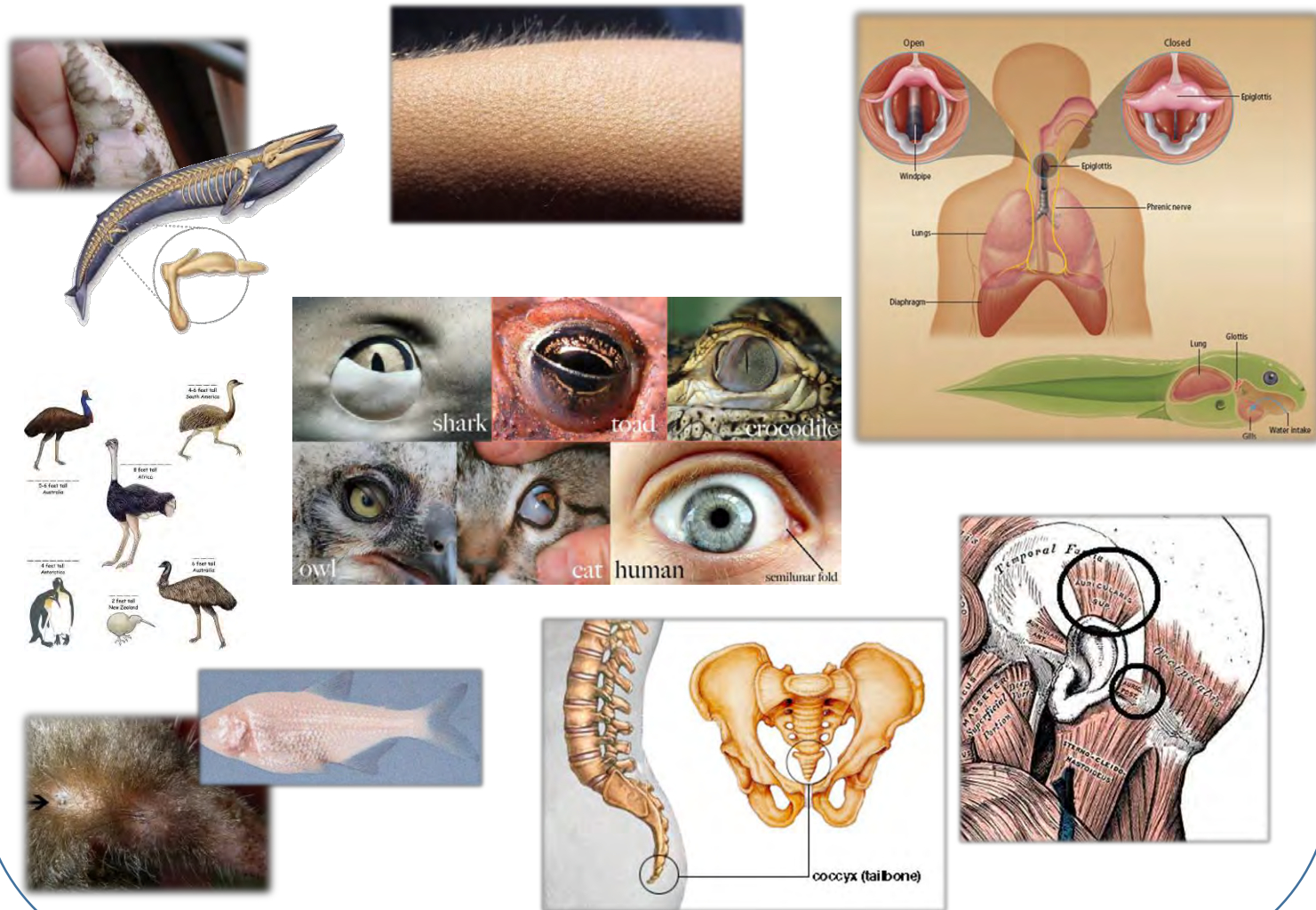
Η κατανομή των ζώντων φυτών και ζώων υποδηλώνει ότι οι οργανισμοί προσαρμοσμένοι σε ένα περιβάλλον δύναται να εισβάλουν σε ένα καινούργιο και να αποκτήσουν **ειδικές προσαρμογές στις νέες συνθήκες**. Ο Δαρβίνος κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του παρατήρησε ότι στη Ν. Αμερική είδη εύκρατων κλιμάκων έτειναν να μοιάζουν με τροπικά είδη που συναντούσε στη Ν. Αμερική αντί των εύκρατων ειδών που είχαν παρατηρηθεί στην Ευρώπη. Στα νησιά Γκαλαπάγκος, τα περισσότερα είδη είχαν αναγνωρίσιμους προγόνους στην ενδοχώρα του Ισημερινού, αλλά παρόλ'αυτά είχαν αναπτύξει διάφορες προσαρμογές ειδικές για το νησιώτικο κλίμα.



# Μορφολογία και Συγκριτική Ανατομία

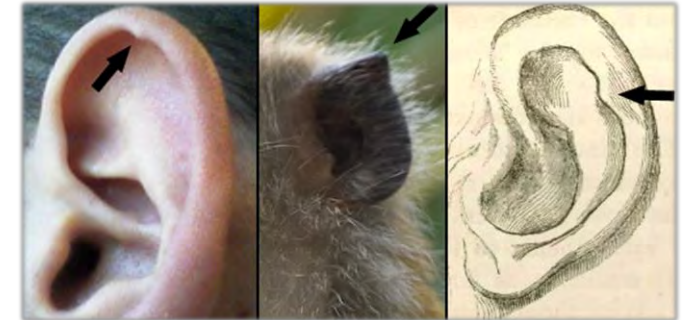
## Υπολειμματικές δομές

Δομές οι οποίες είτε έχουν χάσει τελείως τη λειτουργικότητά τους ή έχουν αποκτήσει λειτουργικότητα τελείως άσχετη από την προγονική.

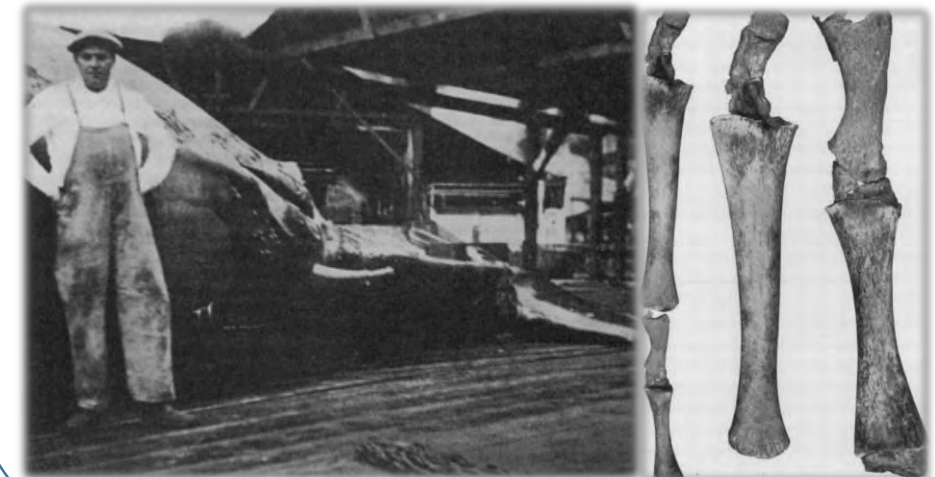


## Αταβισμοί

Η επανεμφάνιση ενός χαμένου χαρακτηριστικού το οποίο σχετίζεται με έναν σχετικά κοντινό πρόγονο και δεν παρατηρείται στους γονείς ή άμεσους προγόνους του οργανισμού ο οποίος εμφανίζει την αταβιστική συμπεριφορά. Οι αταβισμοί παρουσιάζονται στην ενήλικη ζωή του οργανισμού και είναι εξαιρετικά σπάνιοι.



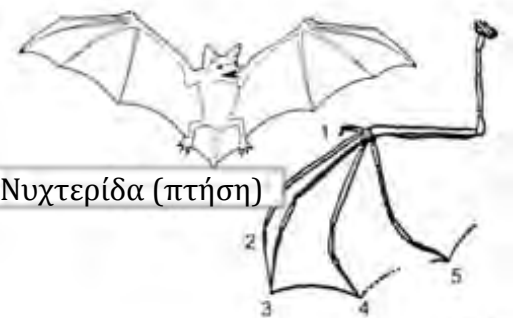
10% των ανθρώπων έχουν το 'Φύμα του Δαρβίνου')



Οπίσθια άκρα φάλαινας

# Ομόλογες Δομές

Δομές που είναι παρόμοιες στη βασική κατασκευή και παρουσίαση (συγγενικά είδη), παρόλο που μπορεί να εξυπηρετούν διαφορετικό σκοπό. Οι διαφορές είναι το **αποτέλεσμα ποικιλομορφίας και προσαρμογών** σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες και υπονοούν κοινή καταγωγή, παρά ανεξάρτητη κατασκευή.



Νυχτερίδα (πτύση)

Η **πενταδακτυλία** αποτελεί αρχέγονο σωματικό σχέδιο των σπονδυλωτών της ξηράς και έκτοτε έχει προσαρμοστεί σε ποικιλία ενδιαιτημάτων.



Δελφίνι (κολύμβηση)

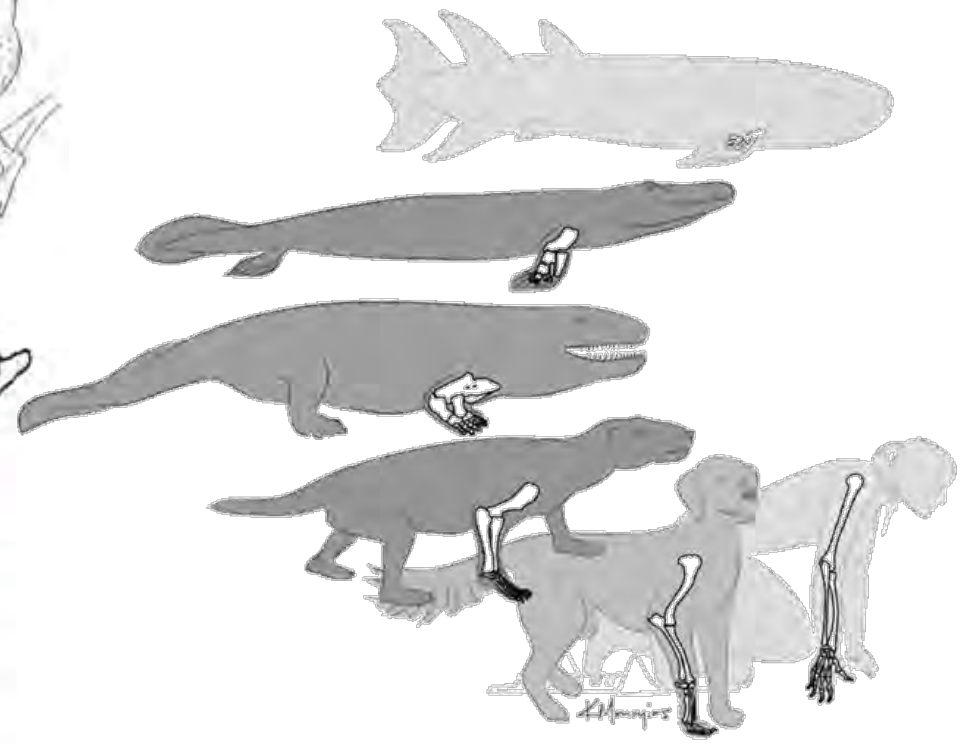
**forelimb**  
 upper arm → humerus  
 forearms → radius + ulna  
 wrist → carpals  
 hand/foot → metacarpals + phalanges



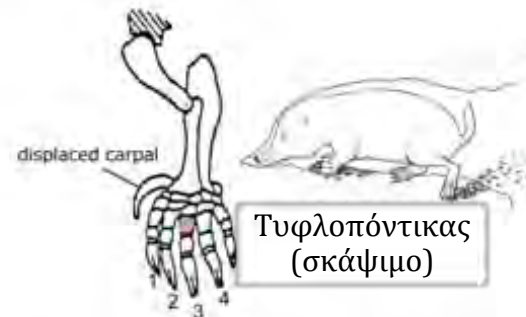
**hindlimb**  
 femur ← thigh  
 tibia + fibula ← lower leg  
 tarsals ← ankle  
 metatarsals ← foot + phalanges



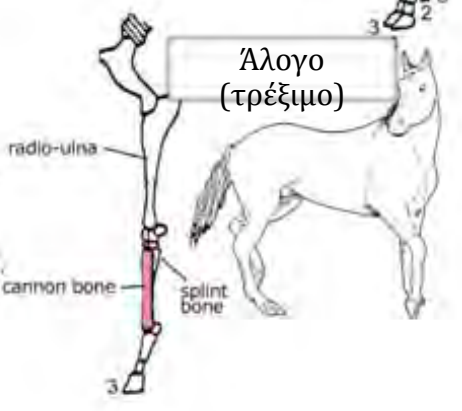
Πίθηκος (αρπαγή)  
 Γουρούνι (περπάτημα)



Μυρμηγκοφάγος (διείσδυση)



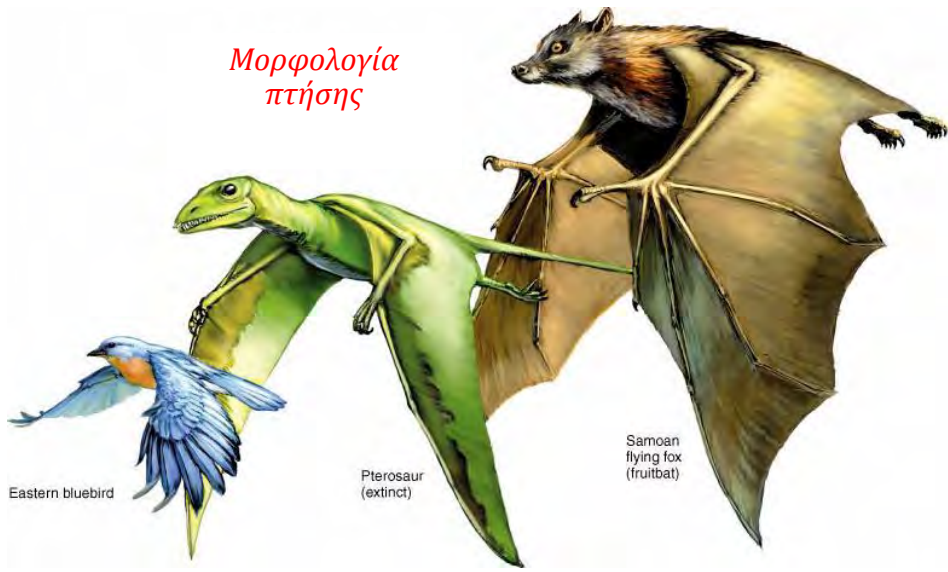
Τυφλοπόντικας (σκάψιμο)



Άλογο (τρέξιμο)

# Ανάλογες Δομές-Συγκλίνουσα Εξέλιξη

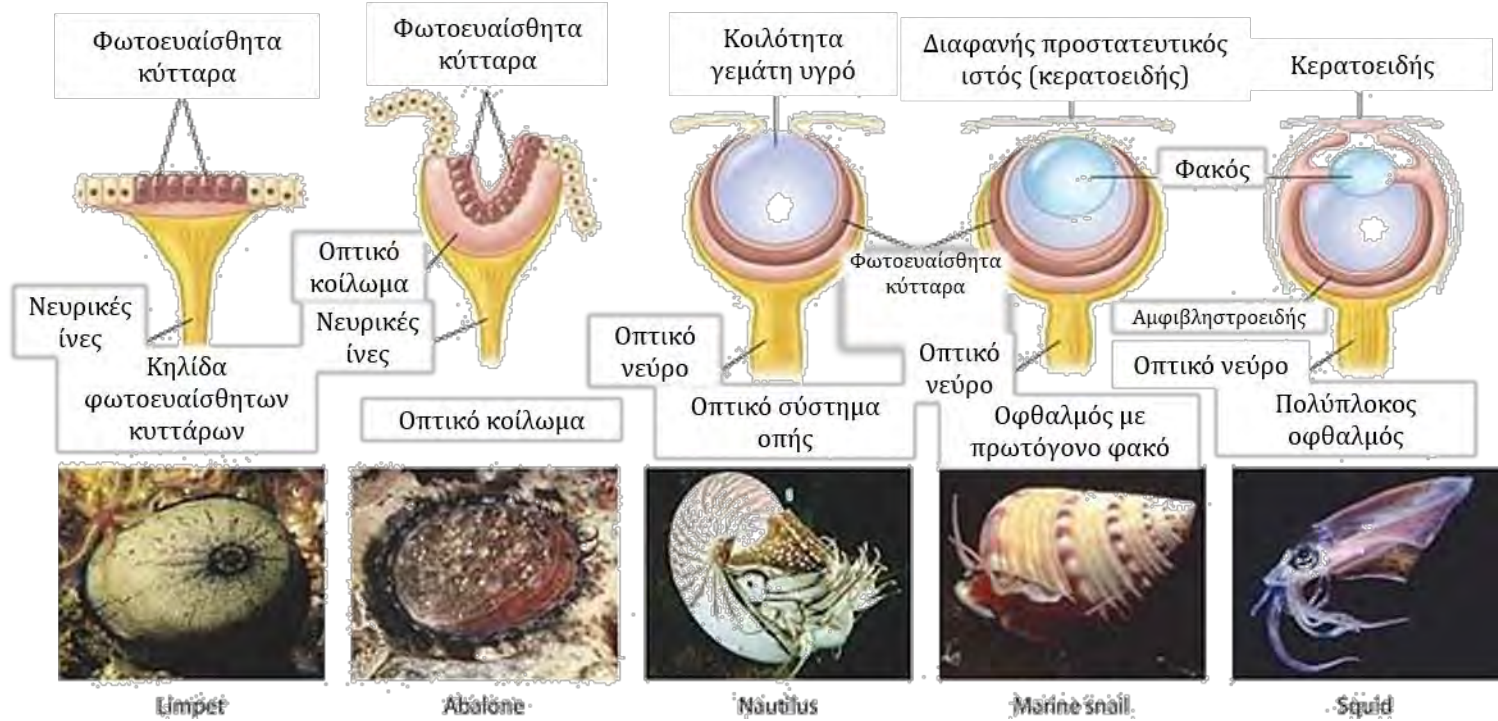
Μορφολογία πτήσης



Η πτήση έχει αποκτηθεί από τα σπονδυλωτά τρεις φορές, από τα πτηνά (Aves), τα ερπετά (Pterosaurs) και τα θηλαστικά (mammalia-νυχτερίδες), αλλά τέσσερις συνολικά (έντομα).

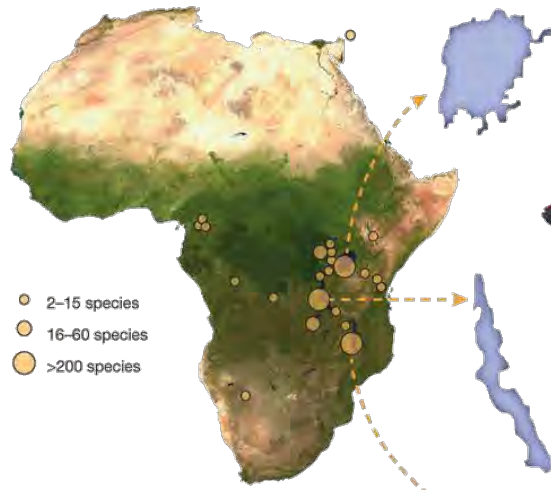


Δομές που παρόλο που δεν είναι παρόμοιες στη βασική δομή (μη συγγενικά είδη), εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό. Οι ομοιότητες είναι το αποτέλεσμα ποικιλομορφίας και προσαρμογών σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες.

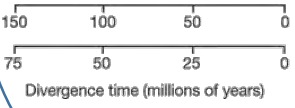
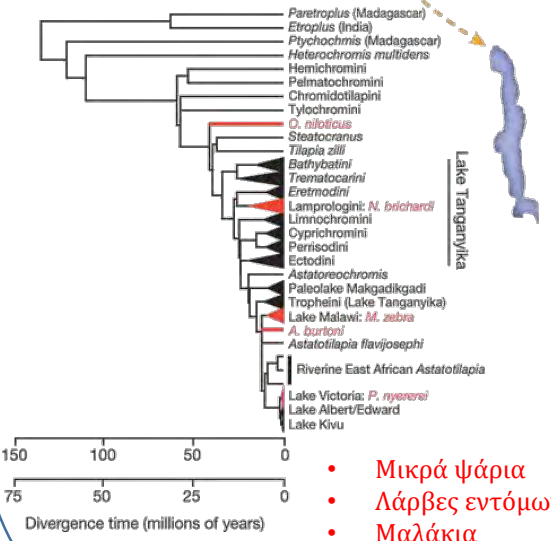
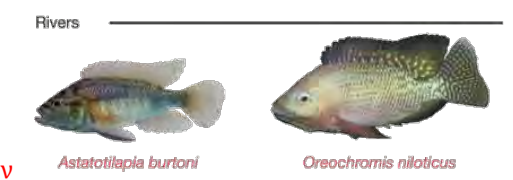
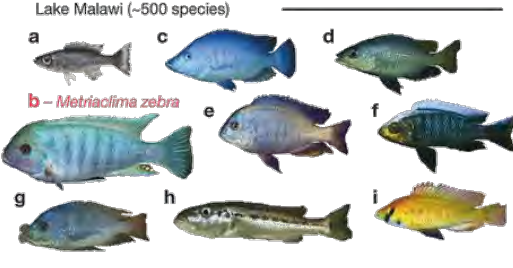
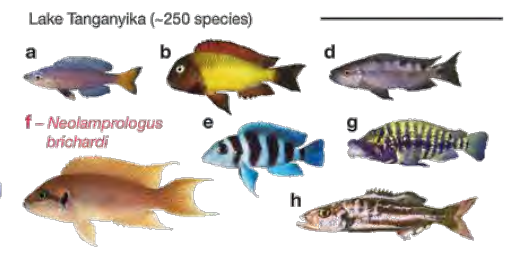
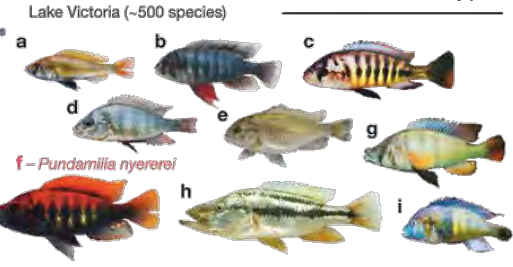


# Ακτινωτή προσαρμογή (Αποκλίνουσα Εξέλιξη)

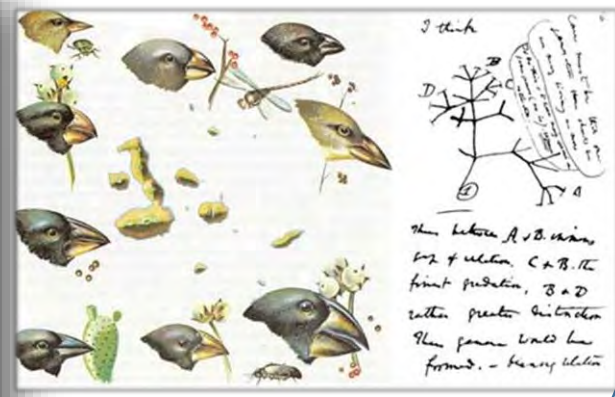
Η διαδικασία ταχείας διαφοροποίησης οργανισμών σε πολλαπλότητα νέων μορφών κυρίως όταν νέες οικοθέσεις γίνουν διαθέσιμες οδηγώντας σε ειδογένεση και φαινοτυπική προσαρμογή.



- 2-15 species
- 16-60 species
- >200 species

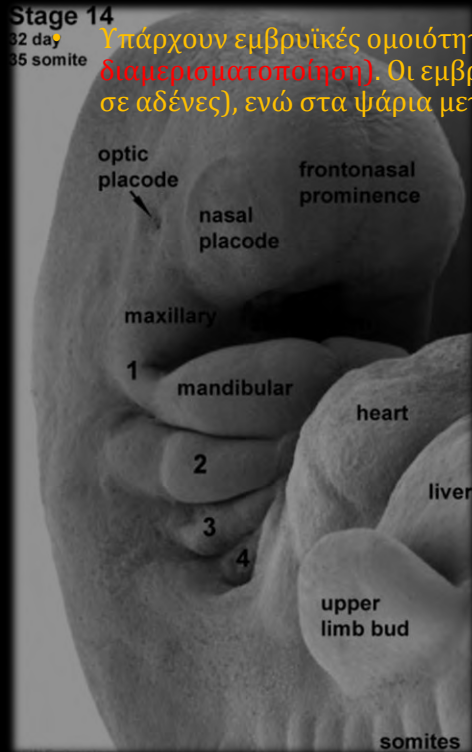


- Μικρά ψάρια
- Λάρβες εντόμων
- Μαλάκια
- Αυγά ψαριών
- Πτερόγια και λέπια ψαριών

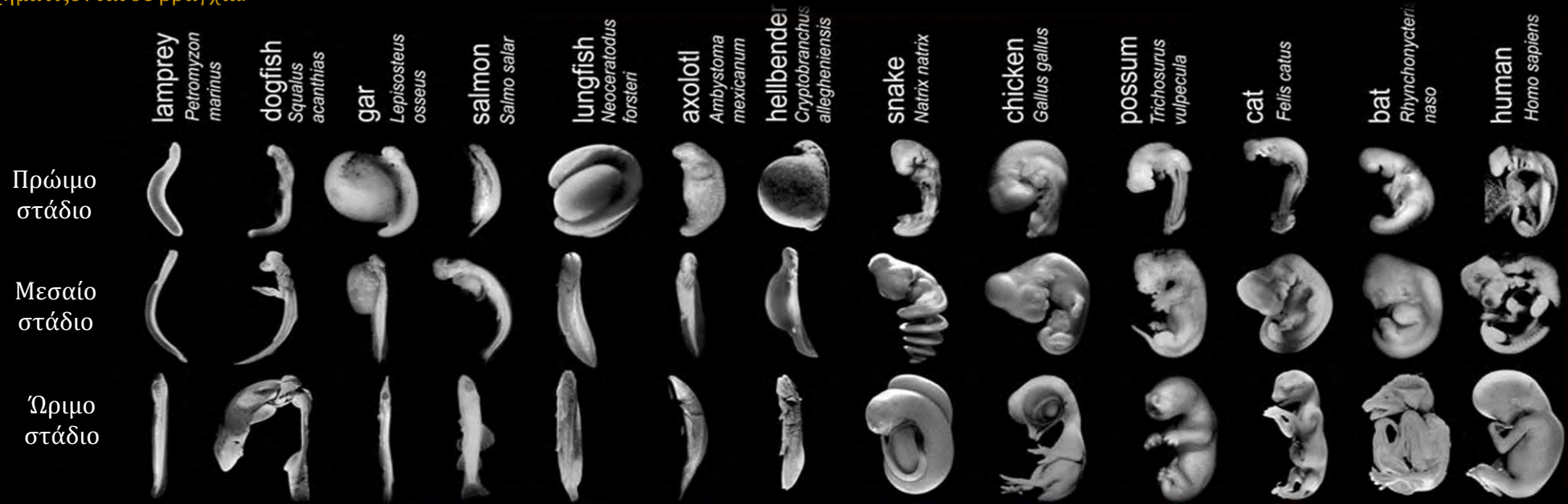


# Εμβρυολογία

- Η κοινή καταγωγή απεικονίζεται στην εμβρυολογική ανάπτυξη. Συγγενικά είδη παρουσιάζουν παρόμοια εμβρυονικά στάδια ανάπτυξης παρόλο που τα ώριμα άτομα δύναται να διαφέρουν κατά πολύ. Αυτό είναι ενδεικτικό στοιχείο κοινής καταγωγής. Αυτό ήταν γνωστό από τον 19<sup>ο</sup> αι όπου πρωτοπαρατηρήθηκε από τον **Karl Von Baer** (1792-1876), ο οποίος σημείωσε ότι **'Βαθμιαία λαμβάνει χώρα μία μετάβαση από κάτι ομοιογενές και γενικό σε κάτι ετερογενές και ειδικό'**. Κατά την εμβρυική ανάπτυξη 'ναυπηγούνται' τα βασικά γνωρίσματα του σωματικού σχεδίου (*Bauplan*) προτού αρχίσουν να αναπτύσσονται οι ειδικές προσαρμογές για την οικοθέση τους.

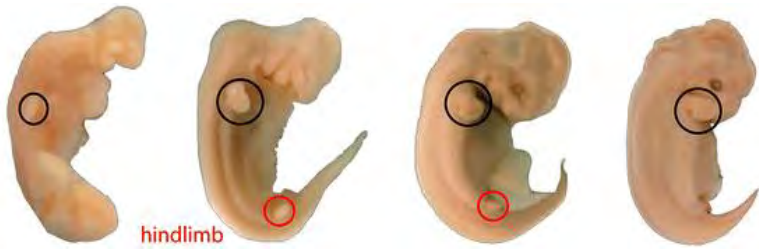


Υπάρχουν εμβρυϊκές ομοιότητες υπάρχουν πχ τα έμβρυα σπονδυλωτών έχουν πολλά χαρακτηριστικά ενδεικτικά υδρόβιας προέλευσης όπως (5-7 εμβρυακές εγκολπώσεις, νοτοχορδή, μυική διαμερισματοποίηση). Οι εμβρυϊκές εγκολπώσεις που ομοιάζουν με φαινομενικά με βραγχιακές σχισμές, εξαφανίζονται σε επόμενα στάδια σε πολλά είδη (στον άνθρωπο μετασχηματίζονται σε αδένες), ενώ στα ψάρια μετασχηματίζονται σε βράγχια.

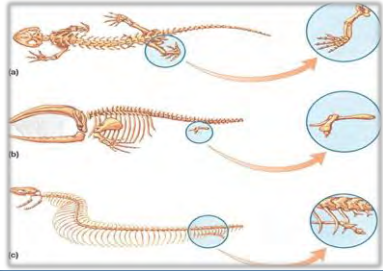




forelimb



hindlimb



Υπολειμματικά οπίσθια άκρα δελφινιών, φαλαινών, σαλαμανδρών και φιδιών



Ύπαρξη υπολειμματικού χνουδιού σε εμβρυακό στάδιο και κατά τη γέννηση (lanugo)



Τοποθεσία ρουθουνιού στα κητώδη σε εμβρυικό στάδιο

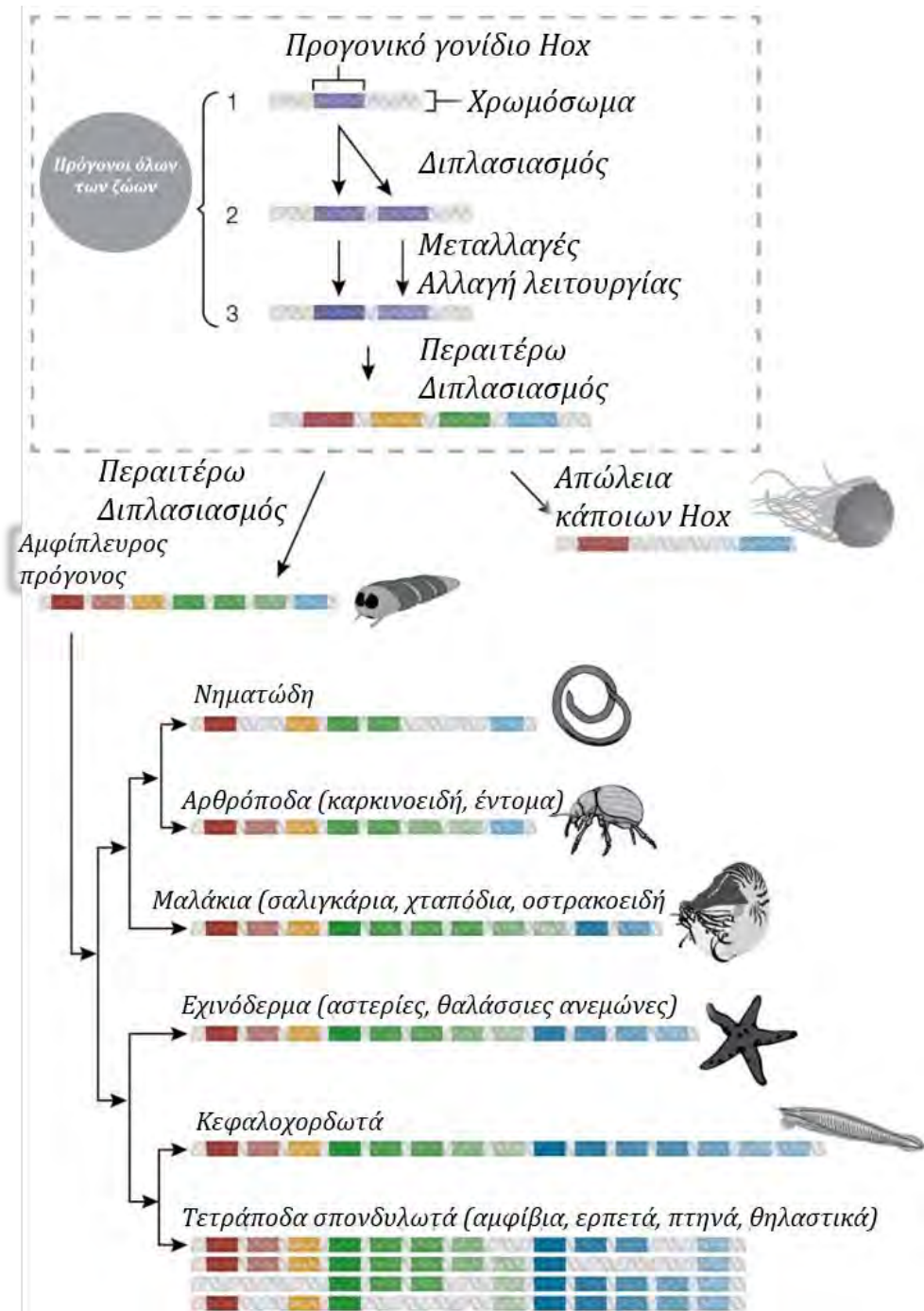


• Ύπαρξη λεκιθικού σάκου στα θηλαστικά



Παρόμοια εμβρυική ανάπτυξη γονάδων (κήλη)

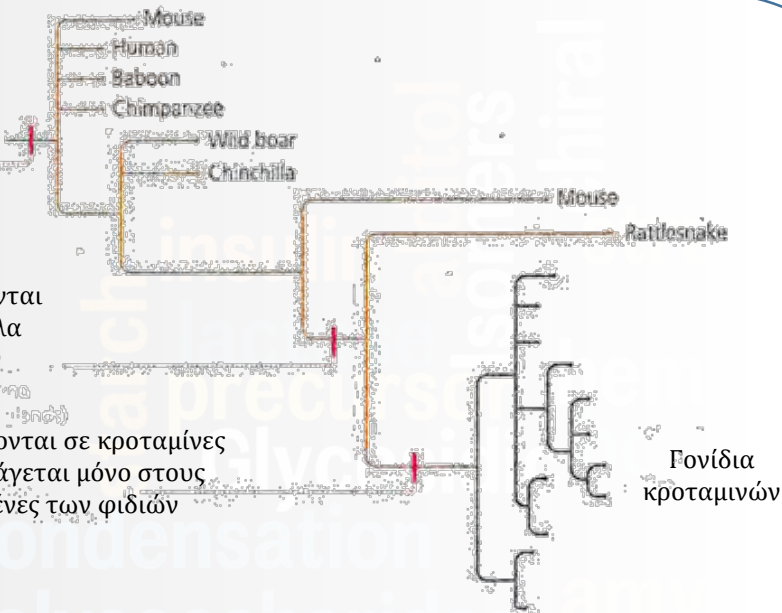
# Η Αναπτυξιακή Εργαλειοθήκη Bauplan-Blueprint-Προσχέδιο



Η έκφραση των γονιδίων *Hox* λαμβάνει χώρα με **έναν χωρικά και χρονικά συγγραμμικό τρόπο**. Τα πρώτα στη σειρά γονίδια στις συστάδες των γονιδίων *Hox* εκφράζονται νωρίτερα στην ανάπτυξη και πιο πρόσθια στο έμβryo, ενώ τα οπίσθια γονίδια ενεργοποιούνται αργότερα στη ανάπτυξη και σε πιο απόμακρα μέρη του σώματος. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των σχεδίων σώματος κατά τη διάρκεια της εξέλιξης δύναται να σχετίζεται με την αυξανόμενη πολυπλοκότητα των συμπλεγμάτων *Hox*.

# Βιοχημεία

Οι β-defensins παράγονται στο δέρμα και άλλα σημεία του σώματος, δράση κατά βακτηριών



Οι β-defensins παράγονται στο παγκρέας και άλλα όργανα των φιδιών

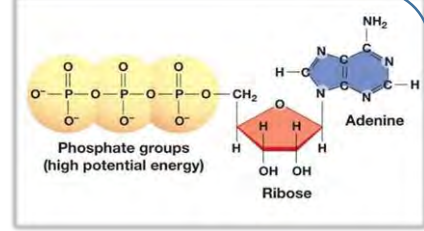
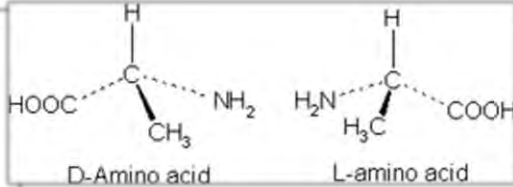
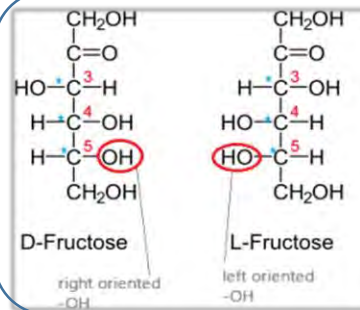
Οι β-defensins εξελίσσονται σε κροταμίνες (δηλητήριο) και παράγεται μόνο στους δηλητηριώδεις αδένες των φιδιών

Παραγωγή β-defensins (πρωτόγονα τετράποδα)

Οι πρόγονοι των θηλαστικών/φιδιών κληρονομούν τις β-defensins από τον κοινό πρόγονο

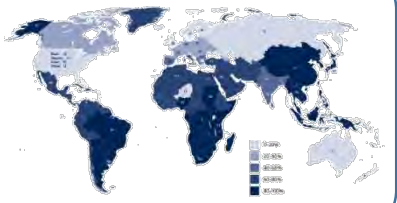
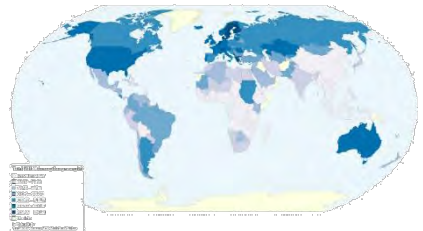
Διπλασιασμός και μεταλλαγή του αρχικού γονιδίου β-defensin στους προγόνους των φιδιών και παράγεται πια στους αδένες τους στόματος

Διπλασιασμός ξανά του γονιδίου β-defensin, επίδραση φυσικής επιλογής, αύξηση δραστηριότητας

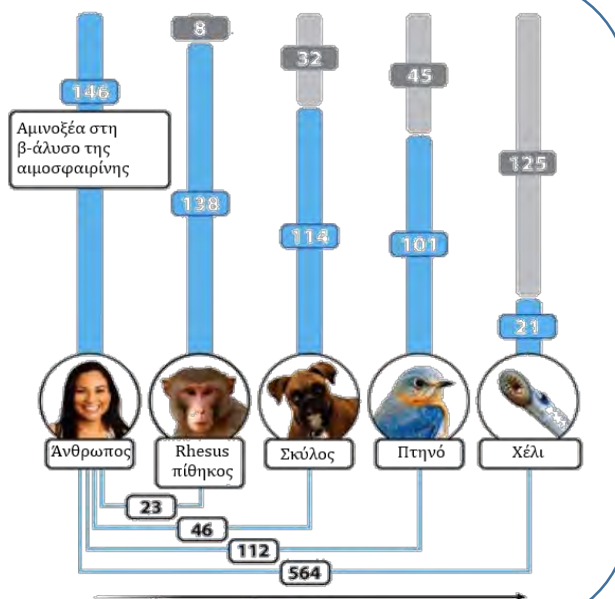


**ATP** : Κοινό ενεργειακό νόμισμα  
**Σάκχαρα** : D-διαμόρφωση  
**Αμινοξέα** : L-διαμόρφωση

- Εμφάνιση του φαινομένου της ανέχειας στη λακτόζη
- Σχετικά πρόσφατο εξελικτικό απόκτημα



**Μοριακό ρολόι:** Οι πρωτείνες των οργανισμών υποβάλλονται σε εξελικτική αλλαγή εξαιτίας των μεταλλαγών που συσσωρεύουν στη διάρκεια του χρόνου. Συγκρίνοντας ομόλογες πρωτείνες μπορεί κανείς να υπολογίσει το βαθμό ομοιότητας και σε κάποιες περιπτώσεις να υπολογίσει τη χρονική απόσταση ειδών από τον τελευταίο κοινό τους πρόγονο.



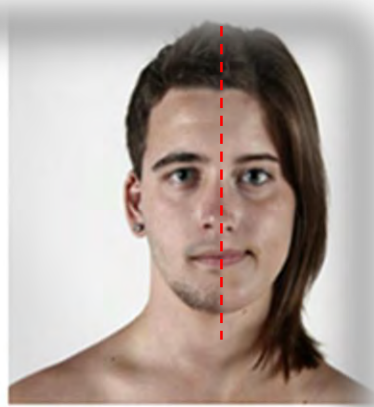
# Γενετική



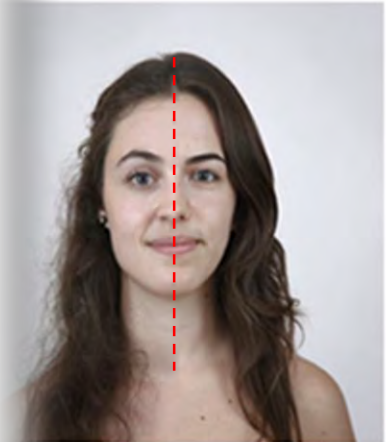
Père: Ismaëlo, 10 ans & Ulric, 32 ans



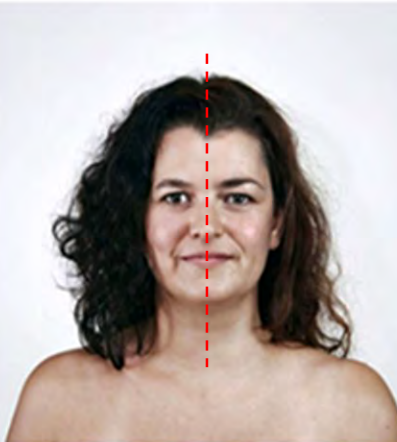
Soeurs: Anne-Sophie, 19 ans & Pascale, 16 ans



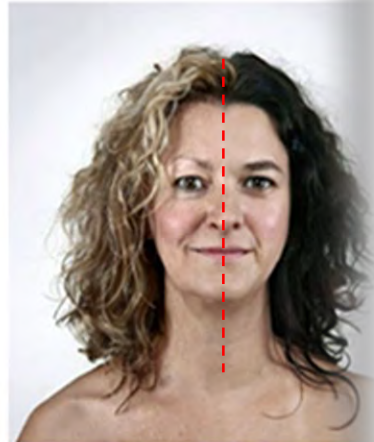
Jumeaux: Alex & Sandrine, 20 ans



Gabrielle, 28 ans & Léa, 25 ans



Soeurs: Isabelle, 32 ans & Amélie, 33 ans



Mère / Fille: Julie, 61 ans & Isabelle, 32 ans



Γενετική ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς

Η γενετική ποικιλομορφία των πληθυσμών στην Αφρική είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή στις υπόλοιπες περιοχές του πλανήτη.



Σημείο προέλευσης μοντέρνων ανθρώπων

Σημείο εξόδου από την Αφρική

Γενετική ποικιλομορφία

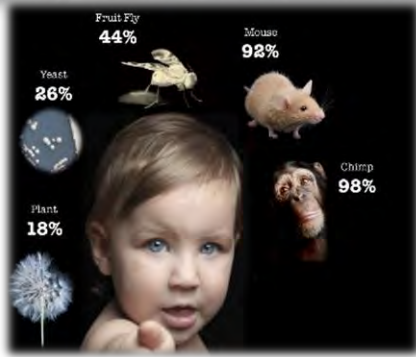
← More → Less →

Researchers used an abstracted map, shown here, to simplify calculations.

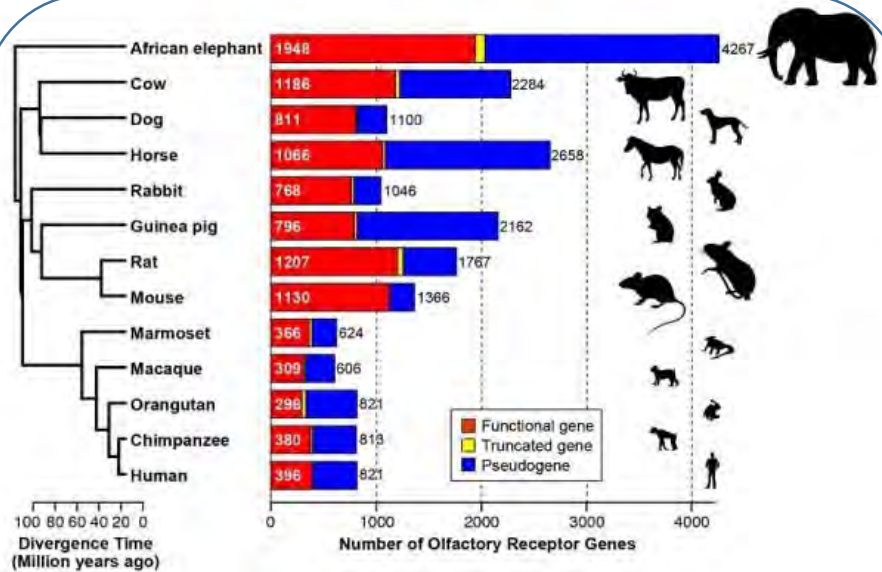
Έλεγχος της γενετικής ποικιλομορφίας πληθυσμών σε συνάρτηση με την μεταξύ τους απόσταση

some 50,000 years ago and populated the rest of the world.

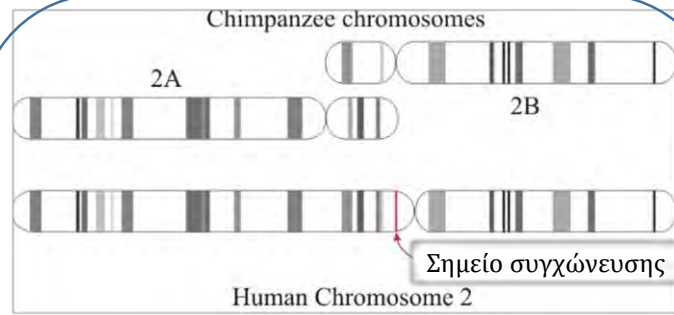
THE NEW YORK TIMES



Οι άνθρωποι μοιραζόμαστε το 98% των γονιδίων μας με τους χιμπατζήδες. Η FOXP2 είναι ευρέως διαδεδομένη μεταξύ των σπονδυλωτών, αλλά στα θηλαστικά παίζει σημαντικό ρόλο στην πλαστικότητα του κεντρικού νευρικού συστήματος και απώλειά της συνεπάγεται σημαντικές διαταραχές στην ικανότητα εκμάθησης και κατανόησης της γλώσσας και στην άρθρωση. Στους ανθρώπους 2 μεταλλάξεις έχουν συμβεί τα τελευταία 6 εκ. χρόνια τα οποία άλλαξαν δραστικά τον τρόπο δράσης της



Αδρανοποιημένοι οσφρητικοί υποδοχείς



Όλα τα μέλη της οικογένειας των Hominidae έχουν 24 ζεύγη χρωμοσωμάτων, εκτός από τον άνθρωπο (23 ζεύγη). Το ανθρώπινο χρώμοσωμα 2 είναι το αποτέλεσμα της συγχώνευσης (άκρο-μέ-ακρο) των 2 προγονικών χρωμοσωμάτων). Επιβεβαιωτικά στοιχεία του παραπάνω είναι η ύπαρξη υπολειμματικών τελομερών και κεντρομερών.

Συντηρημένος Γενετικός κώδικας

First letter	Second letter			
	U	C	A	G
U	UUU Phe (F)	UCU Ser (S)	UAU Tyr (Y)	UGU Cys (C)
	UUC Leu (L)	UCC Ser (S)	UAC Tyr (Y)	UGC Cys (C)
	UUA Leu (L)	UCA Ser (S)	UAA Stop	UGA Stop
	UUG Leu (L)	UCG Ser (S)	UAG Stop	UGG Trp (W)
C	CUU Leu (L)	CCU Pro (P)	CAU His (H)	CGU Arg (R)
	CUC Leu (L)	CCC Pro (P)	CAC His (H)	CGC Arg (R)
	CUA Leu (L)	CCA Pro (P)	CAA Gln (Q)	CGA Arg (R)
	CUG Leu (L)	CCG Pro (P)	CAG Gln (Q)	CGG Arg (R)
A	AUU Ile (I)	ACU Thr (T)	AAU Asn (N)	AGU Ser (S)
	AUC Ile (I)	ACC Thr (T)	AAC Asn (N)	AGC Ser (S)
	AUA Ile (I)	ACA Thr (T)	AAA Lys (K)	AGA Arg (R)
	AUG Met (M)	ACG Thr (T)	AAG Lys (K)	AGG Arg (R)
G	GUU Val (V)	GCU Ala (A)	GAU Asp (D)	GGU Gly (G)
	GUC Val (V)	GCC Ala (A)	GAC Asp (D)	GGC Gly (G)
	GUA Val (V)	GCA Ala (A)	GAA Glu (E)	GGA Gly (G)
	GUG Val (V)	GCG Ala (A)	GAG Glu (E)	GGG Gly (G)

■ = Chain termination codon (stop)  
■ = Initiation codon

Βιτελλογενίνη : παρούσα στο λεκιθικό σάκο, υποβοηθητική λειτουργία για τη θρέψη του εμβρύου (ψευδογονίδιο) GULO : μεταβολισμός της βιταμίνης C



# Μικροεξέλιξη και Φυσική Επιλογή Εν Δράσει



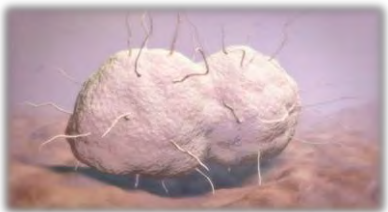
Ανεξέλεγκτοι ψεκασμοί με DDT κατά τη δεκαετία του '50 και '60 κατά των κουνουπιών *Anopheles* προκειμένου να περιορίσουν την επέκταση της ελονοσίας οδήγησε στην ανάπτυξη ανθεκτικών προσαρμοσμένων στελεχών (χημική και συμπεριφοριακή προσαρμογή) λόγω της ανάπτυξης ισχυρής επιλεκτικής πίεσης.

Το 1956 πέντε είδη ήταν ανθεκτικά, ενώ μέχρι το 1968 ο αριθμός ανέβηκε στα 38 με συνέπεια την αύξηση των κρουσμάτων ελονοσίας.

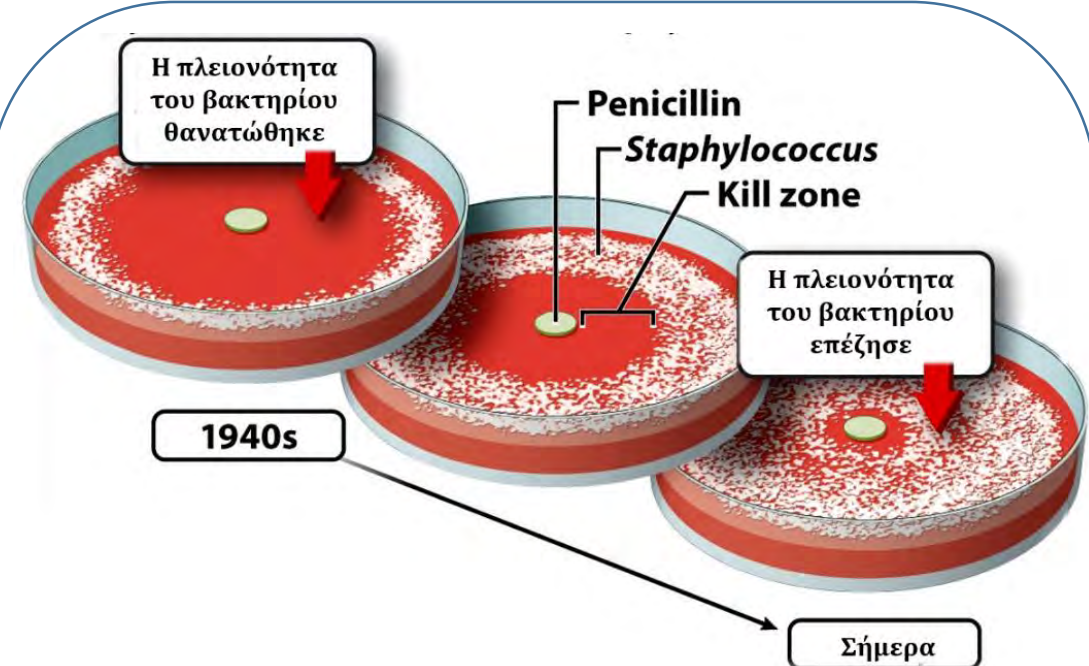


Το Σύνδρομο Επίκτητης Ανοσοποιητικής Ανεπάρκειας (AIDS) προκαλείται από τον ρετροϊό HIV ο οποίος παρείσφρησε στον ανθρώπινο πληθυσμό από Αφρικανικούς πιθήκους στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αι.

Εξαιτίας της εξαιρετικής μεταλλακτικής ικανότητάς του, ο ιός εξελίσσει διαρκώς αντίσταση στις φαρμακευτικές θεραπείες με συνέπεια να απαιτείται πια 'κοκτέιλ' τριών φαρμάκων προκειμένου να ανασταλλεί η ανάπτυξή του. Χρησιμοποιώντας τρία φάρμακα υπονομούμε την προσαρμοστική ικανότητα του ιού, επειδή η ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο ένα φάρμακο αυτομάτως προκαλεί απώλεια ανθεκτικότητας στο άλλο.



Το βακτήριο *Neisseria gonorrhoeae*, υπεύθυνο για τη σεξουαλικά μεταδιδόμενη γονόρροια, έχει αναπτύξει αντίσταση σε πενικιλίνη, τετρακυκλίνες, σπεκτινομυκίνη και φλοροκινολόνες.

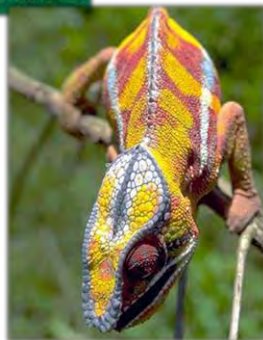


Όταν πρωτοχρησιμοποιήθηκε η πενικιλίνη ως αντιβιοτικό το 1940, η πενικιλίνη ήταν απολύτως αποτελεσματική ενάντια στο βακτήριο *Staphylococcus aureus*. Σήμερα, το βακτήριο *Staphylococcus aureus* (MRSA- 'Methicillin-resistant) έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα λόγω επιλογής. Το 30% των ασθενών είναι ασυμπτωματικοί. Σε κλινικούς ασθενείς όμως δύναται να προκαλέσει πνευμονία, δηλητηρίαση του αίματος, ακόμα και θάνατο. Το βακτήριο έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα και στη βανκομυκίνη η οποία χρησιμοποιούνταν μέχρι στιγμής για τη θεραπεία του.

# Συνεξέλιξη-Αμοιβαία προσαρμογή



Ο Δαρβίνος στο βιβλίο του 'Notes on the fertilization of orchids' *Annals and Magazine of Natural History, 1869* είχε περιγράψει μια orchidea από τη Μαδαγασκάρη (*Angraecum sesquipedale*) που μεγάλωνε στο θερμοκήπιό του, η δομή του άνθους της οποίας κατάλαβε θα απαιτούσε έναν πολύ ειδικό επικονιαστή (αμοιβαιότητα), ο οποίος ανακαλύφτηκε μερικές δεκαετίες μετά τον θάνατο του Δαρβίνου.



Πολλά έντομα παρουσιάζουν μορφολογία που ομοιάζει το περιβάλλον που ζουν (καμουφλάζ-μίμηση-μυλλερριανός/βατεσιανός μιμητισμός).



Οι συνεξελικτικές σχέσεις θηρευτή-θύματος, ξενιστή-παρασίτου ή συμβιώτη, φυτού-επικονιαστή είναι εξαιρετικά συχνές και δύναται να παρουσιάσουν ακραίες προσαρμογές (εξελικτικός ανταγωνισμός εξοπλισμών). Το ίδιο δύναται να συμβεί σε κάθε περίπτωση ειδών με στενές οικολογικές σχέσεις.

Οι πεταλούδες έχουν αδύναμη αίσθηση οσμής και βλέπουν στο κόκκινο μέρος του φάσματος και γι'αυτό τα λουλούδια που επικονιάζονται από αυτές είναι άοσμα αλλά έχουν έντονα κοκκινωπά χρώματα.



Οι μέλισσες βλέπουν στο υπεριώδες, οπότε τα λουλούδια που επικονιάζονται από αυτές έχουν χρώμα προς αυτό το μέρος του φάσματος με ξεκάθαρες υπεριώδεις λωρίδες που δείχνουν προς την κατεύθυνση του νέκταρ.



# Το Κεντρικό Δόγμα είναι λάθος...

1. Δεν υπάρχει μονο-κατευθυνόμενη ροή της πληροφορίας.
2. Το δόγμα ένα γονίδιο-μία πρωτεΐνη/μία λειτουργία/ένας φαινότυπος καταρρέει.
3. Η μεταλλαξογένεση υπόκειται σε βιοχημικό έλεγχο ή έχει βιοχημική βάση. Άρα υπόκειται σε ρύθμιση (βλέπε εξωτερικά ερεθίσματα).
4. Η πληροφορία ορίζει τη λειτουργικότητα και όχι η μηχανιστική δράση.

## DO WE NEED AN EXTENDED EVOLUTIONARY SYNTHESIS?

Massimo Pigliucci  
Department of Ecology & Evolution, Stony Brook University, 230 Life Sciences Bldg., Stony Brook, New York 11794  
E-mail: pigliucci@stonybrook.edu

Received August 11, 2007  
Accepted August 12, 2007

### Επεκταμένη Σύνθεση

Evolutionary biology. It was actually built by expanding on the conceptual foundation of the Central Dogma. The central dogma has been that of a one-way flow of information from DNA to RNA to proteins, and that was the theory of heredity. The theory of heredity was the theory of evolution, and we still have a theory of heredity. The theory of evolution was the theory of evolution, and we still have a theory of evolution. The theory of evolution was the theory of evolution, and we still have a theory of evolution.



Ο φιλόσοφος Karl Popper είπε ότι η Θεωρία της Εξέλιξης (Μοντέρνα Σύνθεση) είναι μία θεωρία καθ' ύλην αληθινή, αλλά ολ' αυτά το φαινόμενο που καλείται να εξηγήσει είναι ο μετασχηματισμός της μορφής!

Φαινοτυπική Ποικιλομορφία



### Μη Τοπικότητα

Είναι αδύνατον a priori, να προσδιοριστεί η λειτουργικότητα ενός βιομορίου σε ένα κύτταρο βάσει της τοπικής δομής και της γραμμικής πληροφορίας και μόνο. Η πληροφορία αυτή διανέμεται σε ολόκληρο το σύστημα στο σύνολό του (συμπεριλαμβανομένου των πληροφοριών που εμπεριέχονται στις σχέσεις μεταξύ όλων των επιμέρους συστατικών).





SOCIAL  
DARWINISM

*Η Θεωρία της Εξέλιξης περιγράφει την προέλευση της  
ποικιλότητας της ζωής στη Γη....*

*...όχι την ανθρώπινη ηθική*