



Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

*«Τίποτε δεν έχει νόημα στη
Βιολογία παρά μόνο υπό το φως
της εξέλιξης»*

Θεοδόσιος Ντομπζάνσκυ

Η σημασία της θεωρίας της εξέλιξης για τη Βιολογία

Η θεωρία της εξέλιξης δεν αποτελεί απλώς μια από τις θεωρίες της Βιολογίας αλλά την κεντρική και ενοποιό θεωρία διότι:

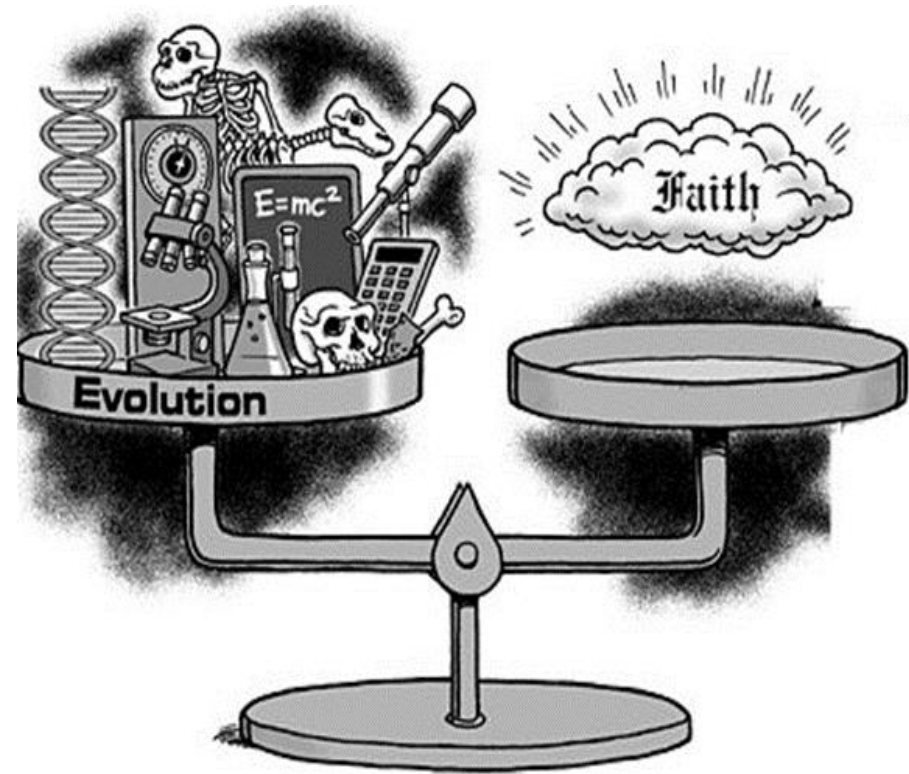
- προσδίδει συνέχεια και συνάφεια στα φαινόμενα που συνιστούν τη ζωή.
- παρέχει απαντήσεις σε βασικά ερωτήματα για την προέλευση των βιολογικών λειτουργιών, την ενότητα της ζωής και τη βιοποικιλότητα.
- συνδέει νοηματικά όλες τις επιμέρους θεματικές περιοχές της Βιολογίας, από τη Μοριακή Βιολογία έως την Οικολογία.

Η επίδραση της θρησκείας

Οι θρησκευτικές πεποιθήσεις φαίνονται να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την αποδοχή αλλά και συχνά την κατανόηση της θεωρίας της εξέλιξης.

Οι επιστήμονες μπορεί να έχουν διαφορετικές απόψεις για την ύπαρξη Θεού, όμως συμφωνούν για το γεγονός της εξέλιξης των οργανισμών.

Είναι αναγκαίο να διακρίνουμε το επιστημονικό περιεχόμενο από τις φιλοσοφικές και θρησκευτικές πεποιθήσεις. Η μελέτη της φιλοσοφίας της επιστήμης μπορεί να συμβάλλει σε αυτό.



Τι σημαίνει ο όρος εξέλιξη;

Εξέλιξη είναι η αλλαγή στις ιδιότητες ενός πληθυσμού οργανισμών στο πέρασμα του χρόνου μεταξύ διαφορετικών γενεών. Η αλλαγή αυτή μπορεί να οδηγήσει σε **ειδογένεση**.

Εξελικτικές αλλαγές θεωρούνται αυτές που μεταβιβάζονται μέσω του **γενετικού υλικού** από γενιά σε γενιά συνιστώντας μια πληθυσμιακή διαδικασία και διακρίνονται από άλλες, όπως η **οντογένεση** δηλαδή η ανάπτυξη ενός οργανισμού ατομικά.

Με λίγες εξαιρέσεις, απαιτείται το πέρασμα αρκετών γενεών για εξελικτικές αλλαγές μεγάλης κλίμακας όπως η εξέλιξη των πτηνών από τα ερπετά. Λαμβάνει επίσης χώρα με διαφορετικούς ρυθμούς ανάλογα με το είδος και το περιβάλλον του.

Ταξινόμηση των οργανισμών

Με εξαίρεση τους μονοζυγωτικούς διδύμους και τους μικροοργανισμούς που ανήκουν στον ίδιο κλώνο, όλοι οι υπόλοιποι οργανισμοί διαφέρουν μεταξύ τους. Παρά τις διαφορές που χαρακτηρίζουν τους οργανισμούς, οι επιστήμονες επιμένουν να κατατάσσουν τους οργανισμούς σε ομάδες ανάλογα με τον βαθμό ομοιότητάς τους. Ο λόγος είναι ότι η μελέτη των οργανισμών θα ήταν αδύνατη χωρίς:

1. τη συλλογή,
2. την κατάταξη,
3. και τη σύγκρισή τους.

Η ταξινόμηση των οργανισμών:

1. διευκολύνει τη μελέτη τους,
2. και αντανακλά τον τρόπο με τον οποίο αυτοί έχουν εξελιχθεί.

Πληθυσμός

- Όλες οι γάτες μιας συνοικίας, δηλαδή ένα σύνολο ατόμων που μπορούν να αναπαραχθούν επειδή βρίσκονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή, αποτελούν έναν **πληθυσμό**.
- Η έννοια του πληθυσμού **δεν** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατάταξη των οργανισμών γιατί δεν έχει πολύ αυστηρά όρια π.χ. μία γάτα από άλλη συνοικία, που ανήκει σε έναν άλλο πληθυσμό, δεν αναπαράγεται με τις γάτες της συνοικίας μας, όσο δεν έρχεται σε επαφή μαζί τους. Αν όμως μεταφερθεί στη συνοικία μας, γίνεται μέλος του πληθυσμού της, καθώς μπορεί να αναπαραχθεί με τις υπόλοιπες.
- Χρειάζεται να διευρυνθεί το κριτήριο με βάση το οποίο συγκατατάσσουμε τους οργανισμούς, ώστε να περιλάβει όλους τους διαφορετικούς πληθυσμούς ατόμων οι οποίοι, όταν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, μπορούν να αναπαραχθούν. Για το σκοπό αυτό επινοήθηκε η **έννοια του είδους**.

Είδος

- Το **είδος** περιλαμβάνει το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών, ή αλλιώς το σύνολο όλων των οργανισμών, που μπορούν να αναπαραχθούν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους.
- Η έννοια του είδους αντιπροσωπεύει ένα **φυσικό όριο**, καθώς περιλαμβάνει μόνο τους οργανισμούς που αναπαράγονται μεταξύ τους (π.χ. όλες τις γάτες του πλανήτη), αποκλείοντας άλλους οργανισμούς που είναι γόνιμοι μόνο με μέλη του είδους στο οποίο ανήκουν.
- Για τον λόγο αυτό το είδος αποτελεί τη **θεμελιώδη μονάδα ταξινόμησης**.

Περιορισμοί του ορισμού του είδους

- Ο ορισμός του είδους που δόθηκε έχει **περιορισμούς** καθώς δεν αναπαράγονται όλοι οι οργανισμοί με την επαφή με άτομο διαφορετικού φύλου.
- Ας πάρουμε για παράδειγμα την αμοιβάδα, τον μονοκύτταρο οργανισμό που αναπαράγεται με κυτταρική διαίρεση (μονογονία). Πώς λοιπόν θα ορίσουμε το είδος, αφού το κριτήριο της δυνατότητας αναπαραγωγής με άλλο άτομο δεν ισχύει;
- Στην περίπτωση αυτή, αντί του **μειξιολογικού κριτηρίου**, εφαρμόζεται το **τυπολογικό κριτήριο**, δηλαδή το κριτήριο της ομοιότητας μεταξύ των οργανισμών. Συνεπώς, όταν δύο οργανισμοί έχουν κοινά μορφολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά, ομαδοποιούνται στο ίδιο είδος.

Κριτήρια κατάταξης των οργανισμών

Μειξιολογικό κριτήριο

Ομαδοποιούνται στο ίδιο είδος οργανισμοί που είναι δυνατό να **αναπαραχθούν** και να γεννήσουν **γόνιμους απογόνους**.

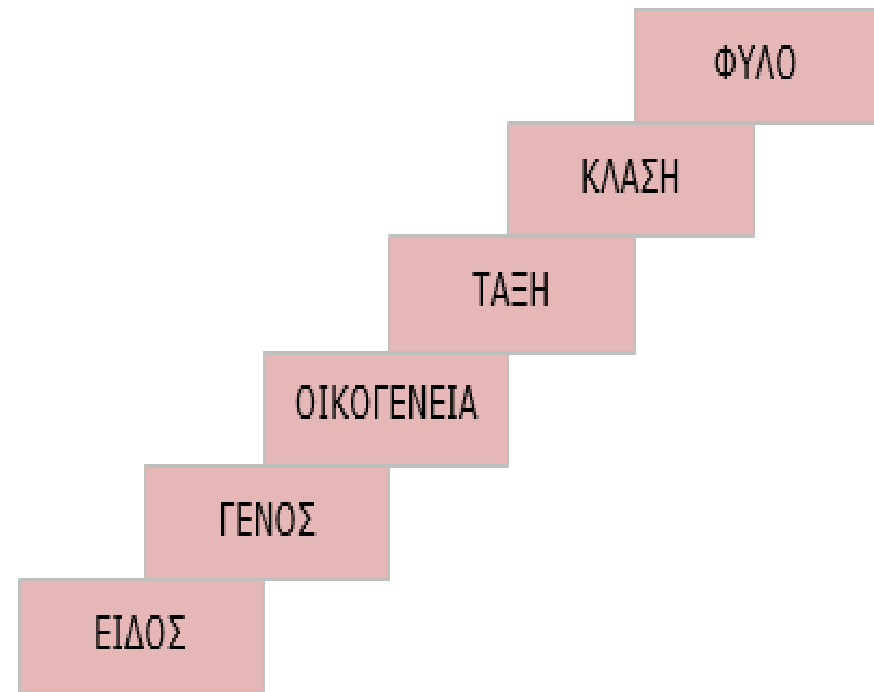
Τυπολογικό κριτήριο

Ομαδοποιούνται στο ίδιο είδος οργανισμοί που έχουν κοινά **μορφολογικά** και **βιοχημικά** χαρακτηριστικά.

Ευρύτερες ταξινομικές βαθμίδες

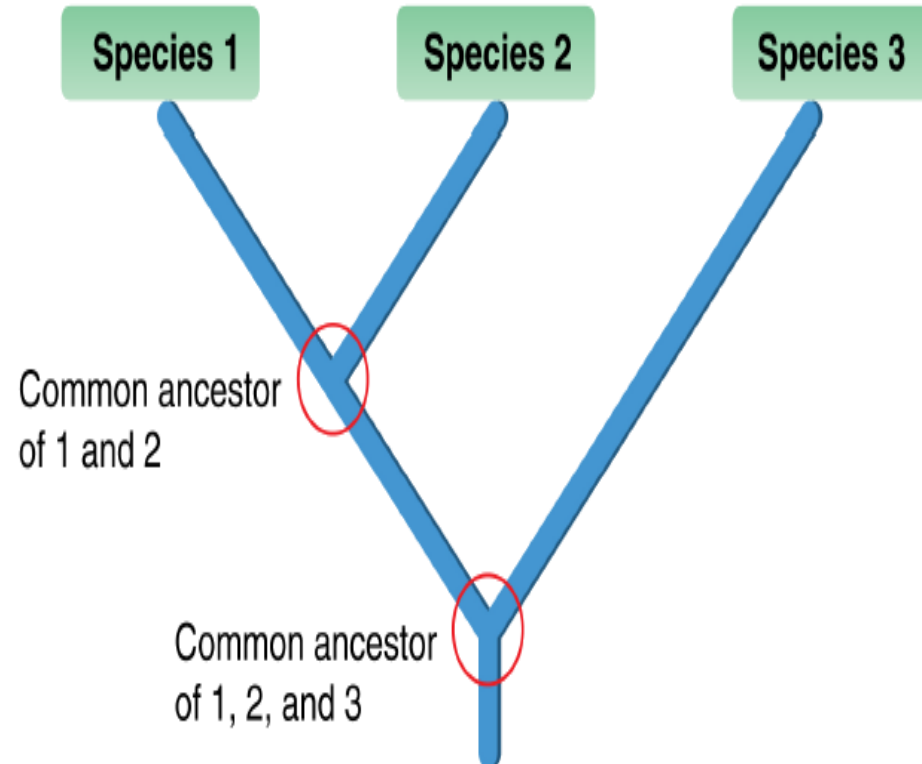
Με βάση το τυπολογικό κριτήριο:

1. είδη που μοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους απ' ό,τι άλλα ταξινομούνται σε κοινό **γένος**,
2. γένη που μοιάζουν περισσότερο συνιστούν μία **οικογένεια**,
3. οικογένειες που μοιάζουν περισσότερο συνιστούν μία **τάξη**,
4. τάξεις που μοιάζουν περισσότερο συνιστούν μία **κλάση**,
5. κλάσεις που μοιάζουν περισσότερο συνιστούν ένα **φύλο**.



Φυλογενετικά δέντρα

- Τα **φυλογενετικά δέντρα** αποτελούν απεικονίσεις της εξελικτικής ιστορίας και των φυλογενετικών σχέσεων διαφόρων ομάδων οργανισμών.
- Τα **μήκη των κλάδων** του δέντρου υποδηλώνουν τη χρονική διάρκεια από τη στιγμή που συνέβη ο διαχωρισμός των ομάδων.
- Οι **κόμβοι των δέντρων** αναπαριστούν – γνωστούς ή υποθετικούς – κοινούς προγόνους μεταξύ των οργανισμών.



Συστηματική κατάταξη ορισμένων οργανισμών

	Άνθρωπος	Γορίλας	Γίββωνας	Γάτα	Λύγκας	Κροκόδειλος
Είδος	<i>H. 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	<i>Ανθρωπίδες</i>	<i>Ανθρωποπίθηκοι</i>		<i>Αιλουροειδή</i>		<i>Crocodylidae</i>
Τάξη	<i>Πρωτεύοντα</i>			<i>Σαρκοφάγα</i>		<i>Κροκοδείλια</i>
Κλάση	<i>Θηλαστικά</i>					<i>Ερπετά</i>
Φύλο	<i>Χορδωτά</i>					

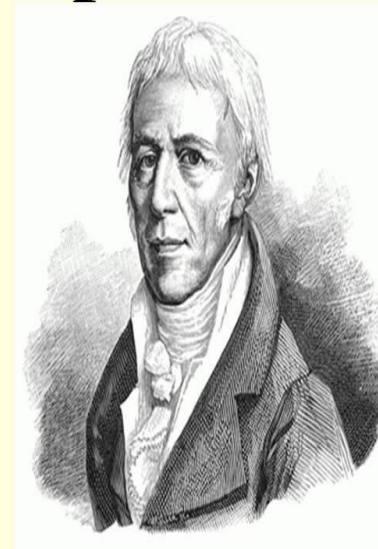


Ο Λαμάρκ

Ο Γάλλος ζωολόγος Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ (1744-1829):

1. επινόησε τον όρο Βιολογία,
2. 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,
3. ήταν 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.

Jean-Baptiste Lamarck



https://en.wikipedia.org/wiki/File:Jean-baptiste_lamarck2.jpg

Η άποψη περί νοητής φυσικής κλίμακας

- Η άποψη του Λαμάρκ ήταν ότι η **άβια ύλη** παράγει **ατελείς μορφές ζωής**, οι οποίες 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.

Η αρχή της χρήσης και της αχρησίας

- Ο Λαμάρκ πίστευε ότι οι αλλαγές στο περιβάλλον δημιουργούν **νέες συνήθειες** στα ζώα με αποτέλεσμα αυτά να χρησιμοποιούν περισσότερο κάποια όργανά τους ή, αντίθετα, να μην τα χρησιμοποιούν καθόλου.
- Σύμφωνα με την **αρχή της χρήσης και της αχρησίας**, το ζώο χρησιμοποιεί περισσότερο τα όργανα εκείνα που συμβάλλουν στην προσαρμογή του στο περιβάλλον, τα οποία αναπτύσσονται και μεγαλώνουν, ενώ τα όργανα εκείνα που δεν συμβάλλουν στην προσαρμογή του περιπίπτουν σε αχρησία, ατροφούν και εξαφανίζονται.
- Με αυτόν τον τρόπο τα ζώα αποκτούν νέα χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της ζωής τους.

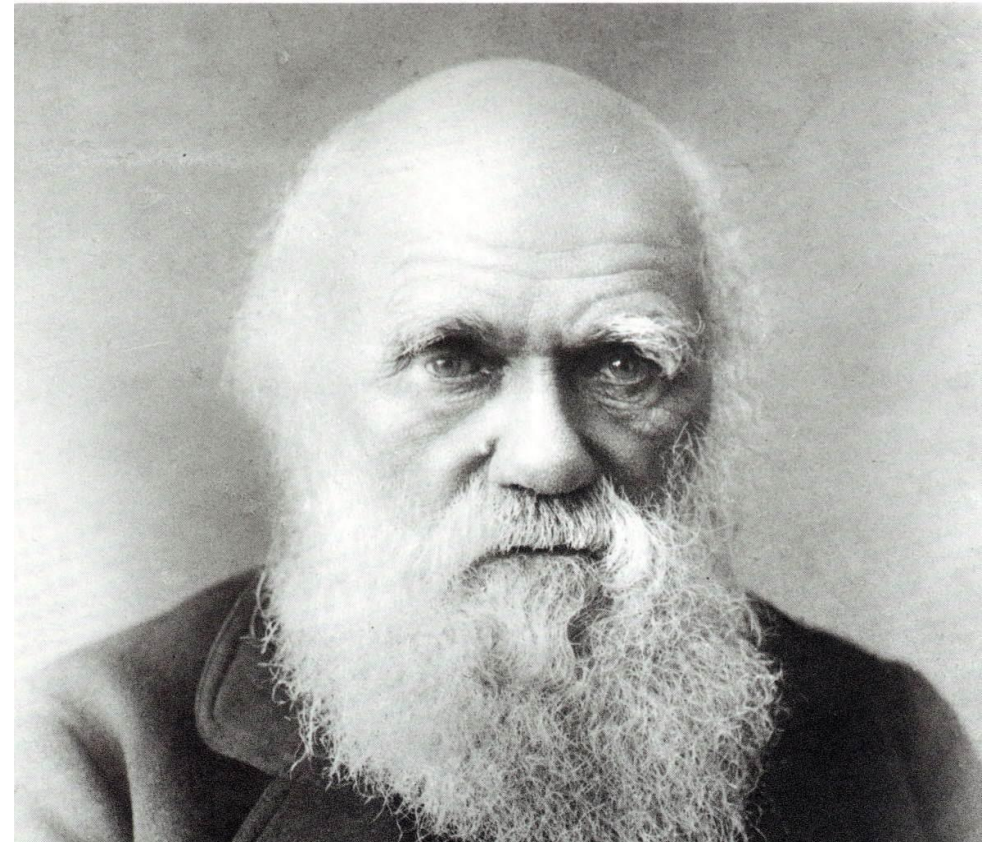
Επίκτητα χαρακτηριστικά

- Ο Λαμάρκ πίστευε ότι τα επίκτητα 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.
- Πολυάριθμα πειράματα έχουν αποτύχει να αποδείξουν μέχρι σήμερα την κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών. Η εξήγηση επομένως της εξέλιξης των ειδών με την κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών **δεν** είναι αποδεκτή.

Ο Δαρβίνος

Στη διάρκεια του ταξιδιού του, ο Δαρβίνος:

1. είχε τη δυνατότητα να συλλέξει ένα πλήθος από διαφορετικά ζώα, φυτά αλλά και απολιθώματα,
2. και να πραγματοποιήσει γεωλογικές, κλιματολογικές και ανθρωπολογικές παρατηρήσεις στις περιοχές που επισκέφθηκε (από τη ζούγκλα του Αμαζονίου και τις πεδιάδες της Αργεντινής ως τα υψίπεδα των Άνδεων και τα νησιά Γκαλαπάγκος).



Μηχανισμός εξέλιξης – Φυσική Επιλογή

- Στην περίφημη μελέτη *Περί της Καταγωγής των Ειδών (1859)*, ο Δαρβίνος προτείνει ότι ένας σημαντικός μηχανισμός που συμβάλλει στην εξέλιξη των οργανισμών είναι η **Φυσική Επιλογή**.
- **Φυσική επιλογή** ονομάζεται η διαδικασία διαμέσου της οποίας επιβιώνουν και αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων οι οργανισμοί που είναι καλύτερα **προσαρμοσμένοι** στο περιβάλλον, ενώ αντίθετα εξαφανίζονται οι λιγότερο προσαρμοσμένοι.
- Η φυσική επιλογή κατευθύνει τη γενετική ποικιλότητα σε συγκεκριμένη εξελικτική πορεία με μόνο κριτήριο την επιβίωση των οργανισμών.

Παρατηρήσεις και Συμπεράσματα

1^η και 2^η Παρατήρηση

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

1^ο Συμπέρασμα

Για να παραμείνει σταθερό το μέγεθος του πληθυσμού, παρά την τάση για αύξηση, μερικά άτομα δεν επιβιώνουν ή δεν αναπαράγονται. Συνεπώς, μεταξύ των οργανισμών ενός πληθυσμού διεξάγεται ένας **αγώνας επιβίωσης**.

Παρατηρήσεις και Συμπεράσματα

3^η Παρατήρηση

Τα άτομα ενός είδους δεν είναι όμοια. Στους πληθυσμούς υπάρχει μία τεράστια **ποικιλομορφία** όσον αφορά τα φυσικά χαρακτηριστικά των μελών τους.

2^ο Συμπέρασμα

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 που έχουν κληρονομήσει λιγότερο ευνοϊκά για την επιβίωσή τους χαρακτηριστικά.

Παρατηρήσεις και Συμπεράσματα

4^η Παρατήρηση

Τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά των γονέων κληροδοτούνται στους απογόνους.

3^ο Συμπέρασμα

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.

Δράση της φυσικής επιλογής

- Για την εξελικτική θεωρία η φυσική επιλογή δρα στον **πληθυσμό** και συνεπώς ο πληθυσμός και όχι το άτομο αντιπροσωπεύει τη μικρότερη μονάδα που μπορεί να εξελιχθεί.
- 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 δυνατό ένα χαρακτηριστικό που αποδεικνύεται προσαρμοστικό σε μία περιοχή και μία καθορισμένη χρονική στιγμή να είναι άχρηστο ή ακόμη και δυσμενές σε μία άλλη περιοχή ή σε μία άλλη χρονική στιγμή.

Η φυσική επιλογή εν δράσει

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 τον χρωματισμό τους:

1. η μία είναι ανοιχτόχρωμη και φέρει σκούρες κηλίδες στις πτέρυγές της,
2. ενώ η άλλη είναι εξ ολοκλήρου μαύρη.



Βιομηχανικός μελανισμός

- **Πριν** από τη Βιομηχανική Επανάσταση πολυπληθέστερες ήταν οι ανοιχτόχρωμες πεταλούδες, ενώ οι μαύρες ήταν ελάχιστες. **Μετά** όμως τη Βιομηχανική Επανάσταση τα πράγματα άλλαξαν ριζικά: βαθμιαία άρχισαν να επικρατούν οι μαύρες πεταλούδες, έτσι ώστε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα να αποτελούν αυτές τη μοναδική σχεδόν παραλλαγή πεταλούδας σε πολλές βιομηχανικές περιοχές.
- Το φαινόμενο αυτό, της αλλαγής του χρωματικού προτύπου του πληθυσμού των εντόμων, ονομάστηκε **βιομηχανικός μελανισμός** και έκτοτε έχει παρατηρηθεί σε δεκάδες είδη εντόμων που διαβιούν σε βιομηχανικές περιοχές.

Ερμηνεία του φαινομένου

- Η εξήγηση του φαινομένου βρίσκεται στη δράση της φυσικής επιλογής.
- **Πριν τη Βιομηχανική Επανάσταση** οι κορμοί των δέντρων είχαν το φυσικό ανοιχτό χρώμα τους. Οι ανοιχτόχρωμες πεταλούδες που αναπαύονταν επάνω τους 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 στις επόμενες γενιές σε σχέση με τις μαύρες.
- **Μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση**, 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.

Η σύγχρονη σύνθεση

Οι παράγοντες που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία είναι:

- η **ποικιλομορφία** στην οποία συμβάλλουν οι γονιδιακές μεταλλάξεις,
- η **φυσική επιλογή** που καθορίζει την τύχη των γονιδίων στις επόμενες γενιές δεδομένου ότι κάποιοι συνδυασμοί γονιδίων προσδίδουν στους φορείς τους είτε μεγαλύτερη βιωσιμότητα είτε μεγαλύτερη αναπαραγωγική ικανότητα,
- η **γενετική παρέκκλιση** δηλαδή η τυχαία αλλαγή της συχνότητας με την οποία εμφανίζεται ένα γονίδιο σε έναν πληθυσμό (με τον όρο τυχαία εννοείται η αλλαγή που δεν οφείλεται σε φυσική επιλογή),
- η **γενετική απομόνωση** συνήθως λόγω γεωγραφικής απομόνωσης που συμβάλλει στην ολοκλήρωση της εξελικτικής διαδικασίας και στη δημιουργία νέου είδους.

Γενεαλογικό Δέντρο Ανθρώπου

Ο άνθρωπος είναι μέλος:

- του υποφύλου των **Σπονδυλωτών**,
- της κλάσης των **Θηλαστικών** επειδή διαθέτει μαστικούς αδένες,
- της τάξης των **Πρωτεύοντων** που περιλαμβάνει, εκτός από εμάς, όλους τους πιθανούς προγόνους μας και τους σύγχρονους πιθήκους.

Εμφάνιση των Θηλαστικών και των Πρωτεύοντων

- Τα Θηλαστικά εξελίχθηκαν πριν από **240 εκατομμύρια χρόνια** από τα Ερπετά κατά τον **Μεσοζωικό Αιώνα**. Τρεις ήταν τότε οι κύριες κατηγορίες Θηλαστικών: τα **Μονοτρήματα**, τα **Μαρσιποφόρα** και τα **Πλακουντοφόρα**.
- Πριν από **65 εκατομμύρια χρόνια** οι Δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν. Η μεταβολή αυτή επέτρεψε στα πρώτα Θηλαστικά να επεκταθούν σε επιπλέον βιοτόπους που προσέφεραν περισσότερες δυνατότητες εξεύρεσης τροφής και μεγαλύτερη προστασία από τους θηρευτές. Έτσι κατά τον **Καινοζωικό Αιώνα** τα Θηλαστικά εξαπλώθηκαν και εξελίχθηκαν στα Πρωτεύοντα.
- Τα πρώτα Πρωτεύοντα εξελίχθηκαν από τα μικρά Πλακουντοφόρα Θηλαστικά τα οποία ζούσαν σε δέντρα και τρέφονταν με έντομα. Πολλά χαρακτηριστικά του σύγχρονου ανθρώπου και των άλλων Πρωτεύοντων σχετίζονται με το δενδρόβιο παρελθόν των προγόνων τους.

Τα χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων

Στα κοινά χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων περιλαμβάνονται:

- Δάχτυλα κατάλληλα για λαβές.
- Μακριά και ευκίνητα άκρα που μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα στους ώμους και στη λεκάνη.
- Στερεοσκοπική όραση.
- Έγχρωμη όραση.
- Αναπτυγμένος εγκέφαλος.
- Γέννηση μικρού αριθμού νεογνών και προστασία των μικρών.
- Όρθια στάση που οδήγησε στην εξελικτική γραμμή του ανθρώπου.

Η εμφάνιση των Ανθρωπιδών

- Το 1924 ο Βρετανός ανθρωπολόγος Raymond Dart ανακάλυψε στην Ανατολική Αφρική ένα κρανίο ηλικίας **2,8 με 3,8 εκατομμυρίων χρόνων**. Ονόμασε το εύρημά του **Αυστραλοπίθηκο**. Θεωρείται ένας 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 είναι η «**Λούσυ**», που βρέθηκε στην Αιθιοπία το 1974 στην περιοχή Αφάρ, ένας νεαρός θηλυκός Αυστραλοπίθηκος που έζησε πριν από **3 εκατομμύρια χρόνια**.
- Από τα αποτυπώματα ενός ζευγαριού Αυστραλοπιθήκων αποδείχτηκε ότι η **όρθια στάση** και η **δίποδη βάδιση** ήταν δύο χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν αρκετά νωρίς στην εξελικτική ιστορία του ανθρώπου.
- 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**.

Οι πρώτοι άνθρωποι – *Homo habilis*

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

Τα χαρακτηριστικά του *Homo habilis* ήταν τα εξής:

- περπατούσε όρθιος,
- είχε δόντια που έμοιαζαν περισσότερο με αυτά του ανθρώπου παρά με τα δόντια των Αυστραλοπιθήκων και μεγαλύτερο εγκέφαλο από αυτούς,
- έφτιαχνε και χρησιμοποιούσε πέτρινα εργαλεία και είχε μεγάλη επιδεξιότητα.

Χάρη σε αυτά τα χαρακτηριστικά του θεωρείται ένα μεγάλο βήμα από τη ζωώδη προς την ανθρώπινη κατάσταση. Έζησε στην Αφρική για 500.000 χρόνια και μετά εξαφανίστηκε.

Οι πρώτοι άνθρωποι – *Homo erectus*

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.

Τα χαρακτηριστικά του *Homo erectus* ήταν τα εξής:

- Ζούσε σε ομάδες, κατοικούσε σε σπηλιές ή σε ξύλινα καταλύματα που κατασκεύαζε ο ίδιος,
- χρησιμοποιούσε τη φωτιά και παρουσίασε μια μεγάλη στροφή στη διαίτά του, καθώς έψηνε το κρέας που έτρωγε,
- πιθανότατα είχε την ικανότητα ομιλίας.

Ο *Homo erectus* εξαφανίστηκε με την εμφάνιση των πρωτόγονων μορφών του *Homo sapiens* που χρονολογούνται πριν από **400.000 – 130.000 χρόνια**. Η μετάβαση αυτή φαίνεται να έγινε σταδιακά και με συνεχή αύξηση του όγκου του εγκεφάλου.

Homo sapiens neandertalensis

Ο *Homo sapiens neandertalensis* εμφανίστηκε πριν από **130.000** περίπου χρόνια και έζησε μέχρι πριν από **35.000 χρόνια**.

Τα χαρακτηριστικά του ήταν τα εξής:

- σε σχέση με τον σύγχρονο άνθρωπο ήταν σωματικά πιο δυνατός, με προτεταμένο μέτωπο, τονισμένα υπερόφρυα τόξα και μεγαλύτερα δόντια,
- ζούσε ομαδικά και χρησιμοποιούσε εργαλεία,
- έθαβε τους νεκρούς του και οι ταφικές του πρακτικές δείχνουν ότι πίστευε στη μεταθανάτια ζωή,
- σε αυτόν παρουσιάζονται τα πρώτα στοιχεία συμβολικής σκέψης που χαρακτηρίζουν τον σημερινό άνθρωπο.

Homo sapiens sapiens

Πριν από **34.000 χρόνια** περίπου ο *Homo sapiens sapiens* διαδέχεται τον *Homo sapiens neandertalensis* και πιθανή εξήγηση θεωρείται η γενετική αφομοίωση (η ύπαρξη υβριδίων από Νεάντερταλ και Κρο-Μανιόν ενισχύει αυτή την άποψη) και η μάχη του ανταγωνισμού για την τροφή και τη στέγη.

Τα χαρακτηριστικά τους ήταν τα εξής:

- καλή κοινωνική οργάνωση,
- πλήρης ικανότητα ομιλίας,
- τρέφονταν με το κρέας των ζώων που κυνηγούσαν,
- ζωγράφιζαν τους τοίχους των σπηλαίων με πιο εκλεπτυσμένο τρόπο από ό,τι οι Νεάντερταλ.
- δημιούργησαν τον νεολιθικό πολιτισμό που οδήγησε στους ιστορικούς χρόνους.

Η ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς

- Οι μορφολογικές διαφορές μεταξύ των ανθρώπινων πληθυσμών βασίζονται στη διαφορετική κατανομή των αλληλομόρφων, κάποιες είναι αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής, ενώ κάποιες άλλες είναι αποτέλεσμα άλλων μηχανισμών της εξέλιξης, όπως η τυχαία απόκλιση στις συχνότητες των αλληλομόρφων, σε συνδυασμό με τις γεωγραφικές απομονώσεις.
- Κάποια χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν ως μεταλλάξεις απέκτησαν προσαρμοστική σπουδαιότητα και ως αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής παγιώθηκαν και εξαπλώθηκαν σε πληθυσμούς που ζούσαν σε διάφορα περιβάλλοντα.

Χαρακτηριστικά με προσαρμοστική σημασία

Χαρακτηριστικά με προσαρμοστική σημασία μπορούν να θεωρηθούν:

- 1. Ο λόγος του μήκους των άκρων προς το μέγεθος του σώματος που φαίνεται ότι μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία. Έτσι είναι μικρότερος στις βόρειες περιοχές και μεγαλύτερος στις τροπικές. Η διαφορά αυτή εξηγείται ως προσαρμογή κατά της απώλειας θερμότητας από το δέρμα.**
- 2. Οι διαφορές στο χρώμα του δέρματος που φαίνεται να σχετίζονται με τον βαθμό έκθεσής του στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου.**