

Βιολογία

γενικής παιδείας τάξη Γ΄

Παραδόσεις του μαθήματος

Επιμέλεια: Γιάννης Αργύρης

Βιολόγος - M.Sc.

Καθηγητής 3^{ου} Γεν. Λυκ. Ηλιούπολης

Κεφάλαιο 3^ο

Εξέλιξη

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

Theodosius Dobzhansky

“Τίποτε δεν έχει νόημα στη Βιολογία παρά μόνο υπό το φως της εξέλιξης”.

Theodosius Dobzhansky.

“Ο άνθρωπος αποτελεί προϊόν εκατομμυρίων ετών εξέλιξης και θα έπρεπε να κάνουμε τα πάντα για να καλυτερέψουμε το μέλλον του. Όλοι οι άλλοι ηθικοί κανόνες απορρέουν από αυτή τη βάση”.

Julian Huxley.

“Η εξέλιξη δεν μας παρέχει ένα κωδικοποιημένο σύνολο ηθικών κανόνων όπως οι Δέκα Εντολές. Παρόλα αυτά η εξέλιξη μας έδωσε πράγματι την ικανότητα να επεκταθούμε πέρα από τις ατομικές μας ανάγκες και να λάβουμε υπόψη τις ανάγκες της ευρύτερης ομάδας. Και η κατανόηση της εξέλιξης μπορεί να μας παράσχει μια κοσμοθεωρία που να χρησιμεύει ως βάση για ένα συνετό ηθικό σύστημα – ένα ηθικό σύστημα που να μπορεί να διατηρήσει μια υγιή ανθρώπινη κοινωνία και να προνοήσει για το μέλλον ενός κόσμου που θα προστατεύεται από την παρουσία του ανθρώπου”.

Ernst Mayr.

Εισαγωγή

Πολλές από τις ιδέες που έχουν κατά καιρούς διατυπωθεί από τους επιστήμονες γίνονται δύσκολα αποδεκτές από τον «κοινό νοου», διότι φαίνεται ότι αντιβαίνουν στην εμπειρία.

Η θεωρία της εξέλιξης των ειδών, που διατυπώθηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο, άργησε να γίνει αποδεκτή επειδή στο σύντομο χρονικό διάστημα της ζωής του ανθρώπου δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτές οι μεταβολές που υφίστανται τα είδη.

Η ιδέα της εξέλιξης είχε υποστηριχθεί και από άλλους στοχαστές που προηγήθηκαν του Δαρβίνου. Σπέρματά της βρίσκονται στις θεωρίες που ανέπτυξαν οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι, όπως οι: Ηράκλειτος, Θαλής ο Μιλήσιος, Αναξίμανδρος (τον 6ο π.Χ αιώνα) Ξενοφάνης και Εμπεδοκλής (5^{ος} π.Χ.) και, Αριστοτέλης (4^{ος} π.Χ.) Ο Δαρβίνος όμως τη διατύπωσε με επιστημονικούς όρους και υπέδειξε το μηχανισμό **(φυσική επιλογή)**, με τον οποίο συμβαίνει αυτή.

Η Βιολογία, όπως και κάθε άλλη επιστήμη, βασίζεται πάνω σε μερικές αρχές που ισχύουν σε όλη την έκταση των αντικειμένων που μελετά:

1. η **κυτταρική θεωρία**, η οποία υποστηρίζει ότι όλα τα έμβια όντα αποτελούνται από κύτταρα και από προϊόντα κυττάρων,
2. η **θεωρία της εξέλιξης**, δηλαδή η θεωρία που υποστηρίζει ότι όλα τα έμβια όντα είναι προϊόν εξέλιξης που υπέστησαν προγενέστεροι οργανισμοί.

Χωρίς την εξελικτική θεωρία, δε θα μπορούσαμε να κατανοήσουμε πώς ένα άθροισμα από χημικά συστατικά και κύτταρα, όπως ο άνθρωπος, έγινε ικανό:

«να είναι ζωντανό, να αισθάνεται χαρά και πόνο, να ξεχωρίζει την ομορφιά από την ασχήμια και να διακρίνει το καλό από το κακό...».

Theodosius Dobzhansky.

1. Ταξινόμηση των οργανισμών και εξέλιξη

Οι επιστήμονες κατατάσσουν τους οργανισμούς παρά τις διαφορές τους σε *ομάδες*, ανάλογα με το πόσο μοιάζουν μεταξύ τους.

Η ταξινόμηση των οργανισμών,

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

i. Πληθυσμός:

Ως πληθυσμό θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε όλες τις γάτες μιας συνοικίας δηλαδή,

ένα σύνολο ατόμων που μπορούν να αναπαραχθούν επειδή βρίσκονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή.

Επίσης οι σκύλοι ή τα σπουργίτια της συνοικίας.

Αυτά τα ζώα αποτελούν διαφορετικούς πληθυσμούς διαφορετικών κατηγοριών οργανισμών και δεν μπορούν να αναπαραχθούν διασταυρούμενα μεταξύ τους.

Δεν μπορούμε να κατατάξουμε τους οργανισμούς με βάση τον πληθυσμό στον οποίο ανήκουν. Π.χ. μια 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.**

Είναι απαραίτητο 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**.

ii. **Είδος.**

Το είδος περιλαμβάνει το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών ή, με άλλα λόγια, το σύνολο όλων των οργανισμών που μπορούν να αναπαραχθούν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους **(μειξιολογικό κριτήριο).**

Το είδος αποτελεί τη θεμελιώδη μονάδα ταξινόμησης.

Οργανισμοί που δεν αναπαράγονται μέσω επαφής με άτομο διαφορετικού φύλου (όπως π.χ. η αμοιβάδα), δεν κατατάσσονται με βάση το **μειξιολογικό** κριτήριο του είδους. Σε αντίστοιχες περιπτώσεις εφαρμόζεται το **τυπολογικό κριτήριο**, δηλαδή το κριτήριο της **ομοιότητας** μεταξύ των οργανισμών δηλ. όταν δύο οργανισμοί έχουν κοινά μορφολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά, ομαδοποιούνται στο **ίδιο είδος**.

Βάσει του τυπολογικού κριτηρίου, (*Linnaeus Carolus*), ταξινομήθηκε το σύνολο των διαφορετικών οργανισμών του πλανήτη και έγινε δυνατή η συγκρότηση ευρύτερων ταξινομικών βαθμίδων πέρα από το είδος.

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

Κάθε είδος περιγράφεται επιστημονικά με δύο λατινικές λέξεις σύμφωνα με το διωνυμικό πρότυπο που εισήγαγε ο Λιναίος. (π.χ. *Homo sapiens*, *Caretta caretta*,...) γράφοντας πάντα με πλάγια γράμματα. Το πρώτο γράμμα αφορά στο γένος και το δεύτερο στο είδος.

Συγγενικά είδη του ίδιου γένους έχουν ίδιο το πρώτο όνομα και διαφέρουν στο δεύτερο. (π.χ. *Canis domesticus* για το σκύλο και *Canis lupus* για το λύκο).

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.

	Άνθρωπος	Γορίλας	Γίββωνας	Γάτα	Λύγκας	Κροκόδειλος
Γένος	<i>Homo</i>	<i>Gorilla</i>	<i>Hylobates</i>	<i>Felis</i>	<i>Felis</i>	<i>Crocodylus</i>
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>
Οικογένεια	Ανθρωπίδες	Ανθρωποπίθηκοι		Αιλουροειδή		Crocodylidae
Τάξη	Πρωτεύοντα			Σαρκοφάγα		Κροκοδείλια
Κλάση	Θηλαστικά					Ερπετά
Φύλο	Χορδωτά					



ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΟ ΔΕΝΔΡΟ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ (κλαδόγραμμα).



Κοινός πρόγονος

Διαφορετική κλάση

Κοινός πρόγονος

Κοινή κλάση

Κοινή τάξη

Μακρινός κοινός πρόγονος $240 \cdot 10^6$ χρόνια πριν

2. Η θεωρία του Λαμάρκ (*Jean-Baptiste Lamarck*)

Ο Γάλλος ζωολόγος Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ (1744-1829), ο οποίος επινόησε και τον όρο Βιολογία, ήταν ο πρώτος που υποστήριξε με επιχειρήματα ότι:

1. τα είδη μεταβάλλονται και
2. η ζωή στον πλανήτη μας έχει προέλθει από απλούστερες μορφές που σταδιακά έγιναν πιο περίπλοκες.

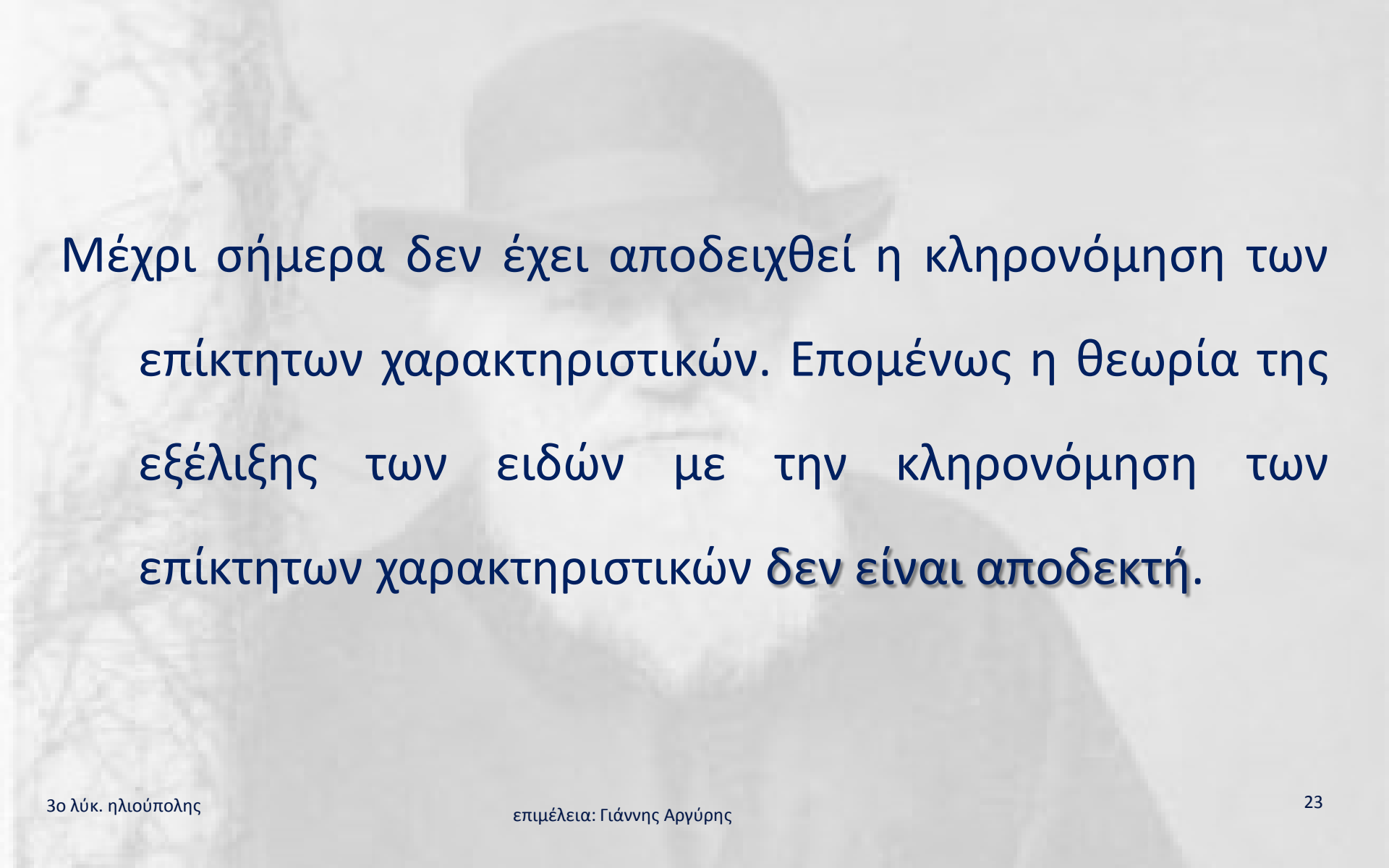
3. Παρουσίασε μια ολοκληρωμένη θεωρία για να εξηγήσει ότι τα φυτά και τα ζώα **εξελισσονται**.

Σύμφωνα με τον *Λαμάρκ*, η άβια ύλη παράγει ατελείς μορφές ζωής, που 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.

4. Η αρχή της *χρήσης και της αχρησίας* . Ο Λαμάρκ πίστευε ότι, οι αλλαγές στο περιβάλλον αναγκάζουν τα ζώα, να χρησιμοποιούν περισσότερο κάποια όργανά τους τα οποία αναπτύσσονται και μεγαλώνουν, ενώ εκείνα που δε συμβάλλουν στην προσαρμογή του περιπίπτουν σε αχρησία, ατροφούν και εξαφανίζονται Έτσι τα ζώα αποκτούν νέα χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της ζωής τους.

5. 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.



Μέχρι σήμερα δεν έχει αποδειχθεί η κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών. Επομένως η θεωρία της εξέλιξης των ειδών με την κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών δεν είναι αποδεκτή.

3. Η θεωρία της φυσικής επιλογής

Ο Δαρβίνος ξεκίνησε το 1831 ταξίδι με τη φρεγάτα “Beagle” (Ιχνηλάτης) που διήρκεσε 5 χρόνια. Επισκέφθηκε τη ζούγκλα του Αμαζονίου και τις πεδιάδες της Αργεντινής ως τα υψίπεδα των Άνδεων και τα νησιά Γκαλαπάγκος.



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

Συνέλλεξε ένα πλήθος από διαφορετικά ζώα, φυτά αλλά και απολιθώματα, και πραγματοποίησε γεωλογικές, κλιματολογικές και ανθρωπολογικές παρατηρήσεις.

Από το υλικό που είχε συλλέξει και τις παρατηρήσεις που είχε κάνει οδηγήθηκε στην ιδέα ότι τα είδη **μεταβάλλονται.**

Τι υποστηρίζει η θεωρία της φυσικής επιλογής

- **Παρατήρηση 1.** Οι πληθυσμοί των διάφορων ειδών τείνουν να αυξάνονται από γενιά σε γενιά με ρυθμό γεωμετρικής προόδου.
- **Παρατήρηση 2.** Αν εξαιρεθούν οι εποχικές διακυμάνσεις, τα μεγέθη των πληθυσμών παραμένουν σχετικά σταθερά.
- **(Παρατήρηση 3.** Η διαθέσιμη τροφή δεν επαρκεί να καλύψει τις ανάγκες μιας τέτοιας αύξησης των πληθυσμών, εφόσον αυτή αυξάνεται με ρυθμό αριθμητικής προόδου και όχι γεωμετρικής. (*Malthus Thomas*)).

- **Συμπέρασμα 1.** Για να παραμείνει σταθερό το μέγεθος ενός πληθυσμού, παρά την τάση για αύξηση, μερικά άτομα δεν επιβιώνουν ή δεν αναπαράγονται. Συνεπώς μεταξύ των οργανισμών ενός πληθυσμού διεξάγεται ένας αγώνας επιβίωσης.

• **Παρατήρηση 4.** Τα άτομα ενός είδους δεν είναι όμοια. Στους πληθυσμούς υπάρχει μια τεράστια ποικιλομορφία όσον αφορά τα φυσικά χαρακτηριστικά των μελών τους.

• **Παρατήρηση 5.** Τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά των γονέων κληροδοτούνται στους απογόνους τους.

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

• **Συμπέρασμα 3.** Τα ευνοϊκά για την επιβίωση χαρακτηριστικά μεταβιβάζονται στην επόμενη γενιά με μεγαλύτερη συχνότητα από τα λιγότερο ευνοϊκά, καθώς οι φορείς τους επιβιώνουν και αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων από τους φορείς των λιγότερο ευνοϊκών χαρακτηριστικών. Έτσι, με την πάροδο του χρόνου, η συσσώρευση όλο και περισσότερων ευνοϊκών χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση ενός νέου είδους.

Φυσική επιλογή.

Είναι η διαδικασία με την οποία οι οργανισμοί που είναι περισσότερο προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους επιβιώνουν και αναπαράγονται περισσότερο από τους λιγότερο προσαρμοσμένους.

4. Μερικές χρήσιμες αποσαφηνίσεις στη θεωρία της φυσικής επιλογής.

- Για την εξελικτική θεωρία η φυσική επιλογή δρα στον πληθυσμό και συνεπώς ο πληθυσμός αντιπροσωπεύει τη μικρότερη δυνατή μονάδα που μπορεί να εξελιχθεί.
- Ένα μεμονωμένο άτομο μπορεί να παρουσιάσει ένα, το πολύ, νέο χαρακτηριστικό είτε λόγω μεταβολής του γενετικού υλικού του (μετάλλαξη) είτε λόγω της επίδρασης του περιβάλλοντός του (επίκτητο γνώρισμα).

Ένα χαρακτηριστικό που αποδεικνύεται προσαρμοστικό σε μια περιοχή μια καθορισμένη χρονική στιγμή μπορεί να είναι άχρηστο ή και δυσμενές σε μια άλλη περιοχή ή σε μια άλλη χρονική στιγμή.

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

5. Παράδειγμα φυσικής επιλογής.

Πεταλούδα *Biston betularia*, έντομο πολύ διαδεδομένο στην Αγγλία και στη Σκωτία.

Δύο είδη χρώματος: μία είναι ανοιχτόχρωμη και φέρει σκούρες κηλίδες στις πτέρυγές της, ενώ η άλλη είναι εξ ολοκλήρου μαύρη.

Πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση πολυπληθέστερες ήταν οι **ανοιχτόχρωμες** πεταλούδες, ενώ μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση άρχισαν βαθμιαία να επικρατούν οι **μαύρες** πεταλούδες, σε πολλές βιομηχανικές περιοχές (όπως το Μάντσεστερ). Το φαινόμενο αυτό, ονομάστηκε **βιομηχανικός μελανισμός** και έκτοτε έχει παρατηρηθεί σε δεκάδες είδη εντόμων που ζουν σε βιομηχανικές περιοχές.

Η εξήγηση του φαινομένου βρίσκεται στη δράση της *φυσικής επιλογής*.
Πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση οι κορμοί των δέντρων είχαν το φυσικό ανοιχτό χρώμα τους.



Ανοιχτό χρώμα κορμού δένδρου,
προσαρμογή της ανοιχτόχρωμης.



Σκούρο χρώμα κορμού δένδρου,
προσαρμογή της σκουρόχρωμης.

Δεν ανταποκρίθηκαν οι πεταλούδες στη μεταβολή του περιβάλλοντος, αλλά η φυσική επιλογή έδρασε ευνοώντας από τα υπάρχοντα κληρονομήσιμα χαρακτηριστικά, εκείνο που προσέδιδε μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης στο φορέα του. (ανοιχτός χρωματισμός όταν οι κορμοί ήταν ανοιχτόχρωμοι, μαύρος χρωματισμός όταν οι κορμοί έγιναν σκούροι).



6. Σύγκριση θεωρίας του Λαμάρκ και θεωρίας του Δαρβίνου.

Υποθετικό παράδειγμα. Πως προέκυψε ο ψηλός λαιμός στις καμηλοπαρδάλεις.

Εξήγηση με τη θεωρία του Λαμάρκ

- Οι καμηλοπαρδάλεις δημιουργήθηκαν από οργανισμούς κατώτερων βαθμίδων διαμέσου της φυσικής κλίμακας.
- Τα χαμηλότερα κλαδιά απογυμνώθηκαν από τα φύλλα τους, οπότε προέκυψε η ανάγκη για πρόσβαση των καμηλοπαρδάλεων, που ως τότε είχαν κοντούς λαιμούς, στα ψηλότερα κλαδιά.
- Σύμφωνα με την αρχή της χρήσης και της αχρησίας, ορισμένα ζώα τέντωναν το λαιμό τους, για να φτάνουν τα ψηλά κλαδιά.
- Με το συνεχές τέντωμα και με τη βοήθεια μιας εσωτερικής δύναμης ο λαιμός τους μάκρυνε (τα ζώα δεν εξαφανίστηκαν).
- Σύμφωνα με την αρχή της κληρονομικής μεταβίβασης των επίκτητων χαρακτηριστικών, ο μακρύς λαιμός κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.

Εξήγηση με τη θεωρία του Δαρβίνου

- Στο φυλογενετικό δέντρο των καμηλοπαρδάλων, σε κάποιο προγονικό είδος, υπήρχαν ζώα με λαιμούς ποικίλου μήκους.
- Ο αριθμός των ζώων που γεννιούνταν ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των ζώων που μπορούσε να θρέψει το περιβάλλον.
- Προέκυψε λοιπόν η ανάγκη ελέγχου του μεγέθους του πληθυσμού τους.
- Η φυσική επιλογή ευνόησε τα άτομα με τον ψηλότερο λαιμό, γιατί μπορούσαν να προσεγγίσουν τροφή καλύτερης ποιότητας ή μεγαλύτερης ποσότητας. Τα άτομα με κοντό λαιμό σταδιακά λιγόστευαν και τελικά εξαφανίστηκαν.
- Ο μακρύς λαιμός κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.