



Co-funded by
the European Union

Εξελικτικό Δέντρο της Ζωής: Δημιουργία Φυλογενετικών Σχέσεων



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ

Εισαγωγή	2
Εξερεύνηση - Κατανόηση των Εξελικτικών Σχέσεων και της Κοινής Καταγωγής	3
1.1 Τι είναι το Δέντρο της Ζωής;	3
1.2 Τι είναι η φυλογένεση;	3
1.3 Στοιχεία που Χρησιμοποιήθηκαν για την Κατασκευή Φυλογενετικών Δέντρων	6
1.4 Ομόλογα έναντι Αναλόγων Χαρακτηριστικών	7
1.5 Πώς να διαβάσετε ένα φυλογενετικό δέντρο	7
1.6 Γιατί έχουν σημασία τα φυλογενετικά δέντρα	9
Εκτέλεση - Από την Ταξινόμηση στην Οικοδόμηση Σχέσεων	10
2.1 Από τη Θεωρία στην Πράξη: Κατανόηση των Σχέσεων στη Φύση	10
2.2 Πώς η Επαυξημένη Πραγματικότητα Υποστηρίζει τον Μαθησιακό Στόχο	10
2.3 Πρακτική Άσκηση Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR): Κατασκευή του Δέντρου της Ζωής	10
2.4 Βιοεμπνευσμένη Μάθηση στην Πράξη	11
2.5 Συνεργατική και Διερευνητική Μάθηση	11
Βελτίωση - Εμβάθυνση της Συστημικής Σκέψης με Επαυξημένη Πραγματικότητα	12
3.1 Γιατί η Επαυξημένη Πραγματικότητα Ενισχύει τη Φυλογενετική Μάθηση	12
3.2 Κάνοντας τις εξελικτικές σχέσεις ορατές	12
3.3 Υποστήριξη της Έρευνας και της Συστημικής Σκέψης	12
3.4 Συμμετοχή και Συμπεριληπτική Μάθηση	12
Σύναψη	13
Αναφορές	15





(Πηγή εικόνας: δημιουργήθηκε με εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης)

Γενικό θέμα της μαθησιακής διαδρομής	Εξελικτική Βιολογία και Βιοεμπνευσμένα Συστήματα
Συγκεκριμένη ονομασία της μαθησιακής μονάδας	Εξελικτικό Δέντρο της Ζωής – Πώς Συγγενεύουν τα Είδη
Ηλικία των χρηστών-στόχων	14-18 ετών
Απαιτήσεις για τον εκπαιδευόμενο	Βασικές γνώσεις βιολογίας, συμπεριλαμβανομένων εννοιών όπως τα είδη, η προσαρμογή και η εξέλιξη. Συνιστάται εξοικείωση με απλά ψηφιακά εργαλεία. Δεν απαιτείται προηγούμενη εμπειρία με τη φυλογενετική ή την Επαυξημένη Πραγματικότητα.
Περιγραφή της μαθησιακής μονάδας	Αυτή η ενότητα εισάγει τους μαθητές στο Δέντρο της Ζωής, εξηγώντας πώς ταξινομούνται τα είδη με βάση τις γενετικές, μορφολογικές και εξελικτικές τους σχέσεις. Οι μαθητές εξερευνούν πώς οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τη φυλογενετική για να εντοπίσουν κοινές καταβολές και να ανακατασκευάσουν εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών. Για να κάνουν τη μαθησιακή διαδικασία διαδραστική και καθηλωτική, οι μαθητές χρησιμοποιούν την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) για να κατασκευάσουν, να χειριστούν και να αναλύσουν ένα φυλογενετικό δέντρο. Μέσω πρακτικών δραστηριοτήτων AR, οι μαθητές οπτικοποιούν εξελικτικές συνδέσεις μεταξύ ειδών, εξερευνούν μοτίβα απόκλισης και κατανοούν πώς η προσαρμογή και η φυσική επιλογή συμβάλλουν στη βιοποικιλότητα.
Θέμα: Εμπλεκόμενα μέρη	Βιολογία, Εξελικτική Επιστήμη, Βιοπληροφορική, Επαυξημένη Πραγματικότητα





Λέξεις-κλειδιά	Φυλογένεση, Δέντρο της Ζωής, εξελικτικές σχέσεις, κοινή καταγωγή, βιοποικιλότητα, ομόλογα χαρακτηριστικά, Επαυξημένη Πραγματικότητα, βιο-έμπνευση, συστημική σκέψη
Βασικά προσόντα, δεξιότητες και γνώσεις που μπορούν να αποκτηθούν	• Κατανόηση φυλογενετικών εννοιών και εξελικτικών σχέσεων • Ικανότητα ερμηνείας και κατασκευής φυλογενετικών δέντρων • Δεξιότητες σύγκρισης βιολογικών χαρακτηριστικών και αξιολόγησης αποδεικτικών στοιχείων • Ανάπτυξη συστημικής σκέψης και βιοεμπνευσμένης συλλογιστικής • Εμπειρία σε μάθηση βασισμένη στην έρευνα και τη συνεργατική μάθηση με υποστήριξη AR
Χρησιμοποιήθηκαν πόροι και διδακτικά βοηθήματα	• Πλατφόρμες επαυξημένης πραγματικότητας (π.χ. Delightex) • Τρισδιάστατα βιολογικά μοντέλα (π.χ. οργανισμοί και εξελικτικές δομές από το Sketchfab, το Delightex) • Εκπαιδευτικά βίντεο και διαδικτυακοί πόροι σχετικά με τη φυλογένεση • Ψηφιακές συσκευές (tablet, smartphones, υπολογιστές) • Συζήτηση με καθοδήγηση εκπαιδευτικού και συνεργατικές δραστηριότητες
Κριτήρια αξιολόγησης και αξιολόγηση	Οι μαθητές αξιολογούνται μέσω της συμμετοχής σε δραστηριότητες που βασίζονται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), της κατασκευής και ερμηνείας φυλογενετικών δέντρων και της ικανότητάς τους να δικαιολογούν εξελικτικές σχέσεις χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία. Η αξιολόγηση επικεντρώνεται στην εννοιολογική κατανόηση, την αναλυτική συλλογιστική, τη συνεργασία και την αναστοχαστική σκέψη. Η διαμορφωτική αξιολόγηση υποστηρίζεται μέσω παρατήρησης, συζήτησης και εργασιών που βασίζονται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), ενώ η τελική αξιολόγηση περιλαμβάνει μοντέλα και εξηγήσεις που δημιουργούνται από τους μαθητές.

Εισαγωγή

Η ζωή στη Γη είναι εξαιρετικά ποικιλόμορφη, ωστόσο όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί συνδέονται μέσω της εξέλιξης. Το εξελικτικό Δέντρο της Ζωής βοηθά τους επιστήμονες να κατανοήσουν αυτές τις συνδέσεις αποκαλύπτοντας κοινή καταγωγή και εξελικτικές σχέσεις. Αυτή η ενότητα εισάγει τους μαθητές στη φυλογενετική σκέψη και δείχνει πώς οι επιστήμονες κατασκευάζουν και ερμηνεύουν εξελικτικά δέντρα για να εξηγήσουν τη βιοποικιλότητα.

Εξερεύνηση - Κατανόηση των Εξελικτικών Σχέσεων και της Κοινής Καταγωγής

1.1 Τι είναι το Δέντρο της Ζωής;

Το Δέντρο της Ζωής είναι ένα επιστημονικό μοντέλο που αντιπροσωπεύει τις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών. Αντί να κατατάσσει τα είδη ως «περισσότερο» ή «λιγότερο» εξελιγμένα,





δείχνει πώς όλα τα ζωντανά όντα συνδέονται μέσω κοινών προγόνων. Κάθε κλάδος αντιπροσωπεύει την εξελικτική αλλαγή με την πάροδο του χρόνου.

1.2 Τι είναι η φυλογένεση;

Η φυλογένεση είναι η μελέτη των εξελικτικών σχέσεων μεταξύ οργανισμών και του τρόπου με τον οποίο διαφορετικά είδη συνδέονται μέσω κοινής καταγωγής. Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τη φυλογένεση για να προσδιορίσουν πόσο στενά συγγενείς είναι οι οργανισμοί συγκρίνοντας **κοινά χαρακτηριστικά**, όπως ανατομικά χαρακτηριστικά, αναπτυξιακά πρότυπα και **γενετικές πληροφορίες**. Τα είδη που μοιράζονται περισσότερα χαρακτηριστικά που κληρονόμησαν από έναν κοινό πρόγονο θεωρούνται πιο στενά συγγενικά.

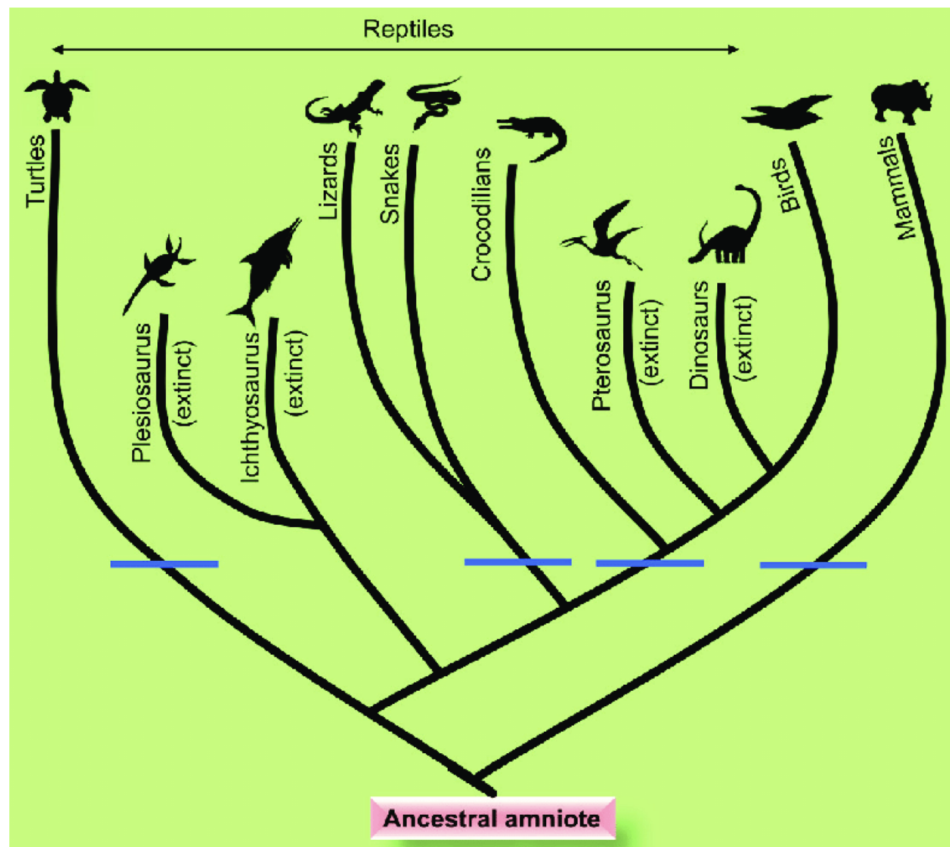
Τα φυλογενετικά δέντρα είναι οπτικά μοντέλα που αναπαριστούν αυτές τις σχέσεις. Δεν είναι σταθερά διαγράμματα, αλλά **επιστημονικές υποθέσεις** με βάση τα καλύτερα διαθέσιμα στοιχεία σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Καθώς γίνονται διαθέσιμα νέα δεδομένα —όπως ανακαλύψεις απολιθωμάτων ή πρόοδοι στην ανάλυση DNA— τα φυλογενετικά δέντρα μπορούν να αναθεωρηθούν και να βελτιωθούν. Αυτό καθιστά τη φυλογένεση έναν δυναμικό και βασισμένο σε στοιχεία πεδίο που αντικατοπτρίζει τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται η επιστημονική κατανόηση με την πάροδο του χρόνου.

Η κατανόηση της φυλογένεσης βοηθά τους επιστήμονες να εξηγήσουν τη βιοποικιλότητα, να εντοπίσουν την προέλευση των ειδών και να εντοπίσουν εξελικτικά πρότυπα. Διδάσκει επίσης μια σημαντική επιστημονική αρχή: **Η βιολογική γνώση χτίζεται μέσω σύγκρισης, αποδεικτικών στοιχείων και συνεχούς βελτίωσης**, αντί για απόλυτες ή αμετάβλητες απαντήσεις.

Παρακάτω παρατίθενται παραδείγματα φυλογένεσης:

1. Δέντρο της ζωής των αμνιωτών που περιλαμβάνει ερπετά, πτηνά και θηλαστικά. Όλες αυτές οι κατηγορίες σπονδυλωτών εξελίχθηκαν από την ίδια προγονική μορφή των ερπετών του στελέχους στη βάση του δέντρου (Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Tree-of-life-of-amniotes-that-includes-reptiles-birds-and-mammals-All-these-classes-of_fig2_323780429)





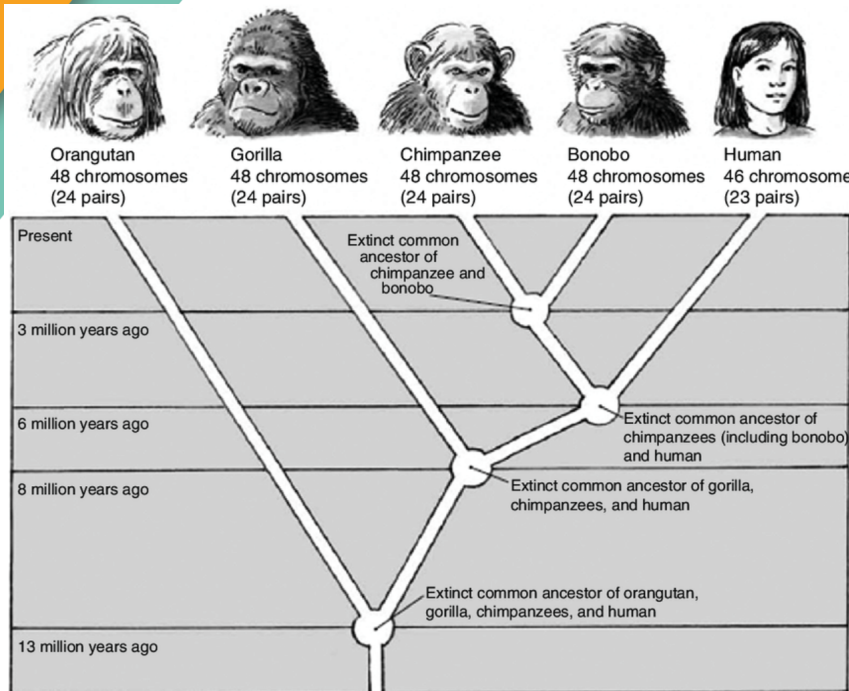
2. Δέντρο της Ζωής, Εξέλιξη του Ανθρώπου, Βιολογία, Ταξινόμηση Ειδών. Δέντρο της ζωής όλων των ζωντανών όντων. Φυλογενετικό δέντρο της βιολογικής επιστήμης με τάξεις κορμού/υποτάξεις και κλάδους που σχετίζονται με μορφές ζωής. Ταξινόμηση από απλούς οργανισμούς έως σύγχρονους ανθρώπους. (Πηγή: <https://www.dreamstime.com/tree-life-human-evolution-biology-species-classification-tree-life-all-living-beings-phylogenetic-tree-biological-image131543711>)





3. Φυλογενετική ιστορία των ανθρωποειδών πιθήκων και των ανθρώπων
(Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Phylogenetic-history-of-the-Hominidae-living-apes-and-people-Dates-are-based-on-genomic_fig1_317314464)





1.3 Στοιχεία που Χρησιμοποιήθηκαν για την Κατασκευή Φυλογενετικών Δέντρων

Οι φυλογενετικές σχέσεις ανακατασκευάζονται χρησιμοποιώντας πολλαπλούς τύπους αποδεικτικών στοιχείων, όπως:

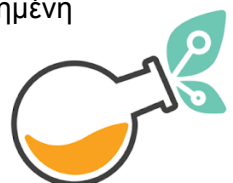
- μορφολογικά χαρακτηριστικά (δομή και μορφή σώματος),
- απολιθωμένα αρχεία,
- γενετικά και μοριακά δεδομένα, αναπτυξιακά και συμπεριφορικά χαρακτηριστικά.

Για να κατανοήσουν καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζονται αυτές οι διαφορετικές πηγές δεδομένων, οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν ένα σύντομο εκπαιδευτικό βίντεο (δείτε παρακάτω) που εξηγεί οπτικά πώς οι επιστήμονες κατασκευάζουν φυλογενετικά δέντρα χρησιμοποιώντας πραγματικά στοιχεία. Αυτός ο πόρος πολυμέσων βοηθά στην αποσαφήνιση αφηρημένων εννοιών και προετοιμάζει τους μαθητές για την πρακτική κατασκευή εξελικτικών σχέσεων στη φάση Εκτέλεσης.

Ο συνδυασμός αυτών των πηγών δεδομένων επιτρέπει στους επιστήμονες να δημιουργήσουν πιο ακριβή και αξιόπιστα εξελικτικά μοντέλα.

Βίντεο [Εισαγωγή στα Κλαδογράμματα και τα Φυλογενετικά Δέντρα](https://www.youtube.com/watch?v=clQobFHFwcM)
(<https://www.youtube.com/watch?v=clQobFHFwcM>)

Αφού παρατηρήσουν πώς οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τα στοιχεία για να κατασκευάσουν φυλογενετικά δέντρα, οι μαθητές εφαρμόζουν τις ίδιες αρχές αναλύοντας χαρακτηριστικά και κατασκευάζοντας τα δικά τους εξελικτικά μοντέλα χρησιμοποιώντας την Επαυξημένη Πραγματικότητα.





1.4 Ομόλογα έναντι Αναλόγων Χαρακτηριστικών

Δεν υποδεικνύουν όλες οι ομοιότητες μεταξύ των οργανισμών στενές εξελικτικές σχέσεις. Ορισμένα χαρακτηριστικά μπορεί να φαίνονται παρόμοια εκ πρώτης όψεως, αλλά έχουν πολύ διαφορετική εξελικτική προέλευση. Για αυτόν τον λόγο, οι επιστήμονες κάνουν διάκριση μεταξύ **ομόλογων** και **ανάλογων** χαρακτηριστικών κατά την κατασκευή φυλογενετικών δέντρων.

Ομόλογα χαρακτηριστικά είναι χαρακτηριστικά που κληρονομούνται από ένα **κοινό πρόγονο**, ακόμη και αν εξυπηρετούν διαφορετικές λειτουργίες σήμερα. Για παράδειγμα, τα μπροστινά άκρα των ανθρώπων, των νυχτερίδων και των φαλαινών έχουν διαφορετικά σχήματα και χρήσεις, αλλά μοιράζονται την ίδια υποκείμενη οστική δομή. Αυτές οι ομοιότητες παρέχουν ισχυρές ενδείξεις κοινής καταγωγής και ως εκ τούτου είναι εξαιρετικά πολύτιμες για την ανακατασκευή των εξελικτικών σχέσεων.

Analogous traits, από την άλλη πλευρά, εκτελούν παρόμοιες λειτουργίες αλλά **εξελίχθηκαν ανεξάρτητα** σε διαφορετικές εξελικτικές γενεαλογίες. Για παράδειγμα, τα φτερά των πτηνών και των εντόμων επιτρέπουν και τα δύο την πτήση, αλλά αναπτύχθηκαν από διαφορετικές προγονικές δομές. Ανάλογα χαρακτηριστικά συχνά προκύπτουν λόγω παρόμοιων περιβαλλοντικών πιέσεων και όχι στενών γενετικών σχέσεων.

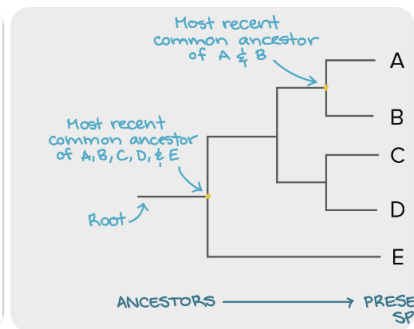
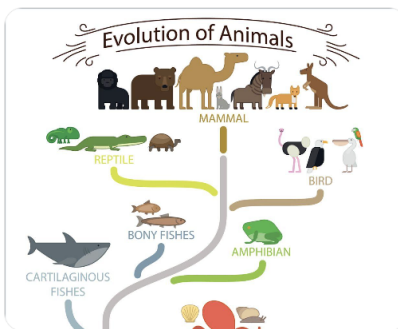
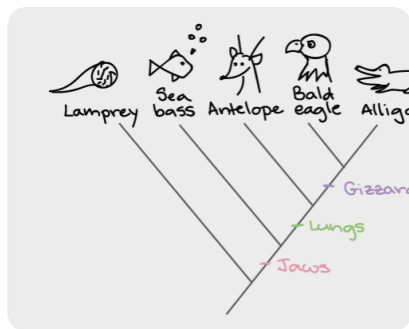
Η κατανόηση της διαφοράς μεταξύ ομόλογων και ανάλογων χαρακτηριστικών είναι απαραίτητη για την ορθή ερμηνεία των φυλογενετικών δέντρων. Η σύγχυση των ανάλογων χαρακτηριστικών με ομόλογα μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα σχετικά με τη συγγένεια. Αναλύοντας προσεκτικά ποια χαρακτηριστικά αντανακλούν κοινή καταγωγή, οι επιστήμονες είναι σε θέση να κατασκευάσουν πιο ακριβή μοντέλα εξέλιξης και να κατανοήσουν καλύτερα πώς συνδέονται διαφορετικές μορφές ζωής.

1.5 Πώς να διαβάσετε ένα φυλογενετικό δέντρο

Τα φυλογενετικά δέντρα δείχνουν εξελικτικές σχέσεις μέσω μοτίβων διακλάδωσης που αντιπροσωπεύουν τον τρόπο με τον οποίο τα είδη αποκλίνουν από κοινούς προγόνους με την πάροδο του χρόνου. Κάθε σημείο διακλάδωσης ή κόμβος αντιπροσωπεύει έναν κοινό πρόγονο που μοιράζονται οι οργανισμοί που διακλαδίζονται από αυτό. Τα είδη που μοιράζονται έναν πιο πρόσφατο κοινό πρόγονο θεωρούνται πιο στενά συγγενικά από εκείνα των οποίων ο κοινός πρόγονος βρίσκεται βαθύτερα στο δέντρο.

Το μήκος ή η θέση των κλαδιών δεν υποδηλώνει ότι ένας οργανισμός είναι πιο προηγμένος ή «καλύτερα εξελιγμένος» από έναν άλλο. Αντίθετα, τα κλαδιά αντανακλούν πρότυπα εξελικτικής απόκλισης και κοινής ιστορίας. Όλα τα ζωντανά είδη στις άκρες των κλαδιών εξελίσσονται για το ίδιο χρονικό διάστημα.





Τα φυλογενετικά δέντρα μπορούν να εμφανίζονται σε διαφορετικές μορφές—οριζόντια, κάθετη ή ακτινική—χωρίς να αλλάζουν οι υποκείμενες σχέσεις. Η περιστροφή ή η αναδιάταξη των κλαδιών δεν μεταβάλλει την εξελικτική σημασία του δέντρου, εφόσον η σειρά διακλάδωσης παραμένει η ίδια. Η κατανόηση του τρόπου σωστής ανάγνωσης αυτών των δέντρων είναι απαραίτητη για την ερμηνεία των εξελικτικών σχέσεων και για την κατασκευή ακριβών φυλογενετικών μοντέλων.

Παρακάτω παρατίθενται οπτικά παραδείγματα φυλογενετικών δέντρων που δείχνουν πώς αναπαρίστανται οι εξελικτικές σχέσεις σε διαφορετικές ομάδες οργανισμών:

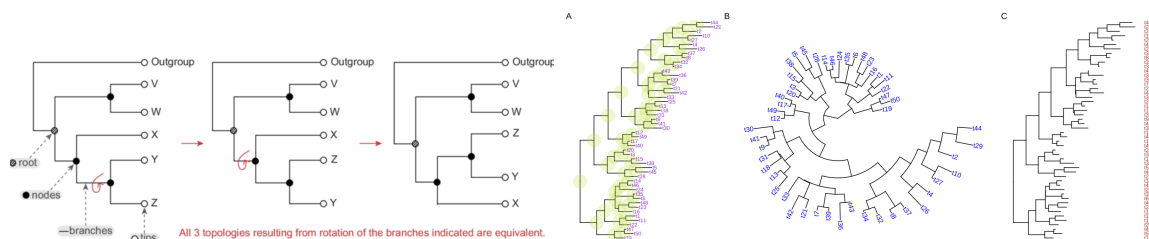
1. Παράδειγμα 1: Ποια είδη είναι πιο στενά συγγενικά;

(Πηγή: <https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/natural-selection/phylogeny/a/building-an-evolutionary-tree>; <https://www.istockphoto.com/vector/biological-evolution-animals-scheme-gm500509454-80808691>; <https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/natural-selection/phylogeny/a/phylogenetic-trees>)

Σε αυτό το φυλογενετικό δέντρο, τα είδη A και B μοιράζονται ένα κοινό **πιο πρόσφατος κοινός πρόγονος** από ό,τι συμβαίνει με το Είδος Γ. Αυτό σημαίνει ότι τα A και B είναι πιο στενά συγγενικά μεταξύ τους, ακόμη και αν τα Είδη Γ μπορεί να μοιάζουν ή να ζουν σε παρόμοιο περιβάλλον.

Η εγγύτητα καθορίζεται από τους κοινούς προγόνους, όχι από την εμφάνιση ή τη θέση στη σελίδα.

2. Ίδιες σχέσεις, διαφορετικά σχήματα δέντρων

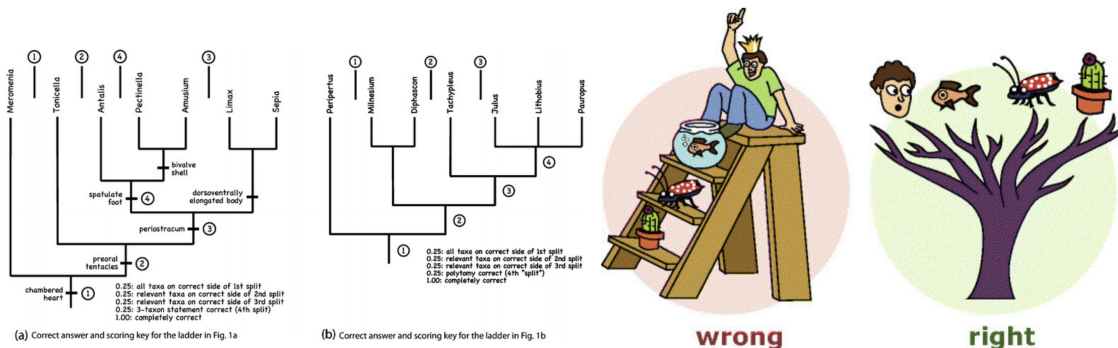


Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/The-different-parts-of-a-rooted-phylogenetic-tree-showing-the-root-branches-nodes-and_fig1_43022487; <https://yulab-smu.top/treedata-book/chapter4.html>; <https://users.ugent.be/~avierstr/principles/phylogeny.html>)

Αυτά τα δέντρα φαίνονται διαφορετικά (οριζόντια, κάθετα ή ακτινικά), αλλά αντιπροσωπεύουν **τις ίδιες εξελικτικές σχέσεις**. Η περιστροφή των κλαδιών ή η διάταξη δεν αλλάζει την έννοια του δέντρου, εφόσον η σειρά διακλάδωσης παραμένει αμετάβλητη.

Το σχήμα του δέντρου δεν αλλάζει τις εξελικτικές σχέσεις.

3. Παρανόηση – η εξέλιξη δεν είναι σκάλα



(Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Tree-format-translations-for-the-ladders-shown-in-Figs-1a-b-along-with-the-associated_fig3_226685940)

Αυτή η σύγκριση αναδεικνύει μια συνηθισμένη παρανόηση. Η εξέλιξη συχνά παρουσιάζεται λανθασμένα ως μια κλίμακα ή γραμμική πρόοδος. Στην πραγματικότητα, η εξέλιξη λειτουργεί μέσω **διακλάδωσης**, όπου πολλαπλές γενεαλογικές γραμμές εξελίσσονται ταυτόχρονα από κοινούς προγόνους.

Όλα τα είδη στις άκρες των δέντρων είναι εξίσου εξελιγμένα.

1.6 Γιατί έχουν σημασία τα φυλογενετικά δέντρα

Τα φυλογενετικά δέντρα βοηθούν τους επιστήμονες:

- κατανοήσουν τη βιοποικιλότητα και την εξέλιξη,
- να παρακολουθούν την προέλευση των ασθενειών,
- υποστηρίζουν τις προσπάθειες διατήρησης,
- να εμπνεύσουν λύσεις εμπνευσμένες από τη βιολογία στην επιστήμη και την τεχνολογία.





Εκτέλεση - Από την Ταξινόμηση στην Οικοδόμηση Σχέσεων

Σε αυτήν την ενότητα, οι μαθητές προχωρούν από την εκμάθηση εξελικτικών εννοιών στην ενεργή εφαρμογή τους. Αντί να απομνημονεύουν ταξινομήσεις, οι μαθητές αναλύουν κοινά χαρακτηριστικά και εξελικτικά στοιχεία για να χτίσουν σχέσεις μεταξύ των οργανισμών.

2.1 Από τη Θεωρία στην Πράξη: Κατανόηση των Σχέσεων στη Φύση

Το εξελικτικό Δέντρο της Ζωής καταδεικνύει πώς η φύση οργανώνει την ποικιλομορφία μέσω διακλάδωσεων και κοινών προγόνων. Σε αυτό το τμήμα, οι μαθητές περνούν από θεωρητικές έννοιες σε **πρακτική εφαρμογή**, διερευνώντας πώς οι επιστήμονες χρησιμοποιούν στοιχεία για να προσδιορίσουν τις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών.

Αντί να απομνημονεύουν συστήματα ταξινόμησης, οι μαθητές υιοθετούν ένα **βιο-εμπνευσμένη προοπτική**, θεωρώντας την εξέλιξη ως μια δυναμική διαδικασία όπου απλά βιολογικά χαρακτηριστικά δημιουργούν σύνθετες σχεσιακές δομές. Αυτή η προσέγγιση αντικατοπτρίζει τον τρόπο με τον οποίο τα φυσικά συστήματα εμπνέουν σύγχρονες μεθόδους οργάνωσης πληροφοριών στην επιστήμη, την τεχνολογία και το σχεδιασμό.

2.2 Πώς η Επαυξημένη Πραγματικότητα Υποστηρίζει τον Μαθησιακό Στόχο

Ο κύριος στόχος αυτής της ενότητας είναι να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τη φυλογένεση ως ένα σύστημα σχέσεων και όχι ως μια γραμμική ιεραρχία. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) υποστηρίζει αυτόν τον στόχο επιτρέποντας στους μαθητές να κατασκευάζουν, να χειρίζονται και να οπτικοποιούν φυλογενετικά δέντρα σε τρισδιάστατο χώρο. Μέσω δραστηριοτήτων που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR), οι μαθητές μπορούν:

- τοποθετούν τους οργανισμούς σε σχέση μεταξύ τους,
- να απεικονίζουν τα σημεία διακλάδωσης ως κοινούς προγόνους,
- δοκιμάστε διαφορετικές διαμορφώσεις δέντρων με βάση στοιχεία,

Παρατηρήστε πώς οι αλλαγές στα δεδομένα επηρεάζουν τη συνολική δομή.

Αυτό μετατρέπει τα φυλογενετικά δέντρα από στατικά διαγράμματα σε διαδραστικά επιστημονικά μοντέλα.

2.3 Πρακτική Άσκηση Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR): Κατασκευή του Δέντρου της Ζωής

Παράδειγμα δραστηριότητας: «Κατασκευή Φυλογενετικού Δέντρου»





Οι μαθητές εργάζονται ατομικά ή σε μικρές ομάδες για να αναλύσουν έναν επιλεγμένο οργανισμό ή ομάδα οργανισμών. Χρησιμοποιώντας εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας (AR), κάθε μαθητής δημιουργεί μια αναπαράσταση που περιλαμβάνει βασικά χαρακτηριστικά όπως μορφολογία, βιότοπο ή γενετικές πληροφορίες.

Αυτές οι μεμονωμένες συνεισφορές συνδυάζονται στη συνέχεια σε ένα κοινό φυλογενετικό δέντρο τάξης, όπου οι μαθητές αποφασίζουν από κοινού:

- όπου θα πρέπει να υπάρχουν σημεία διακλάδωσης,
- ποιοι οργανισμοί μοιράζονται τους πιο πρόσφατους κοινούς προγόνους,
- ποια χαρακτηριστικά παρέχουν τις ισχυρότερες ενδείξεις συγγένειας.

Αυτή η διαδικασία δίνει έμφαση στη συλλογιστική, τη σύγκριση και την αιτιολόγηση παρά στις σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις.

2.4 Βιοεμπνευσμένη Μάθηση στην Πράξη

Η κατασκευή ενός φυλογενετικού δέντρου αντικατοπτρίζει μια βασική βιοεμπνευσμένη αρχή: τα σύνθετα συστήματα προκύπτουν από απλούς, επαναλαμβανόμενους κανόνες. Οργανώνοντας τους οργανισμούς με βάση κοινά χαρακτηριστικά, οι μαθητές βιώνουν πώς η φύση δημιουργεί δομημένη ποικιλομορφία χωρίς κεντρικό έλεγχο.

Αυτή η αρχή σχετίζεται άμεσα με:

- συστημική σκέψη,
- οργάνωση δεδομένων,
- σχεδιασμός δικτύου,
- τεχνητή νοημοσύνη και βιο-εμπνευσμένη πληροφορική.

2.5 Συνεργατική και Διερευνητική Μάθηση

Κατά τη φάση Εκτέλεσης, οι μαθητές ασχολούνται με:

- συζήτηση και διάλογος σχετικά με τα αποδεικτικά στοιχεία,
- έλεγχος υποθέσεων με αναδιάταξη κλάδων,
- συνεργατική λήψη αποφάσεων κατά την κατασκευή του κοινόχρηστου δέντρου.

Αυτή η προσέγγιση που βασίζεται στην έρευνα αντικατοπτρίζει την πραγματική επιστημονική πρακτική και υποστηρίζει την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, επικοινωνίας και δεξιοτήτων ομαδικής εργασίας.





Βελτίωση - Εμβάθυνση της Συστημικής Σκέψης με Επαυξημένη Πραγματικότητα

3.1 Γιατί η Επαυξημένη Πραγματικότητα Ενισχύει τη Φυλογενετική Μάθηση

Τα φυλογενετικά δέντρα είναι αφηρημένα και δύσκολο να κατανοηθούν χρησιμοποιώντας στατικές εικόνες. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μετατρέπει αυτά τα διαγράμματα σε διαδραστικές δομές που οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν, να αναδιατάξουν και να αναλύσουν σε πραγματικό χώρο.

3.2 Κάνοντας τις εξελικτικές σχέσεις ορατές

Η AR επιτρέπει στους μαθητές να:

- οπτικοποιήστε τις σχέσεις διακλάδωσης σε 3D,
- να παρατηρούν πιο καθαρά ομοιότητες και διαφορές,
- κατανοήσουν την κοινή καταγωγή μέσω της χωρικής τοποθέτησης.

Αυτό υποστηρίζει την βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση.

3.3 Υποστήριξη της Έρευνας και της Συστημικής Σκέψης

Χειριζόμενοι μοντέλα AR, οι μαθητές δοκιμάζουν υποθέσεις και εξερευνούν σενάρια τύπου «τι θα γινόταν αν». Αυτή η προσέγγιση που βασίζεται στην έρευνα ενισχύει τη συστημική σκέψη και αντικατοπτρίζει τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται με εξελικτικά δεδομένα.

3.4 Συμμετοχή και Συμπεριληπτική Μάθηση

Η επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) υποστηρίζει πολλαπλά στυλ μάθησης συνδυάζοντας οπτικά, χωρικά και διαδραστικά στοιχεία. Αυτό καθιστά τις φυλογενετικές έννοιες πιο προσίτες και ελκυστικές για διαφορετικούς μαθητές.

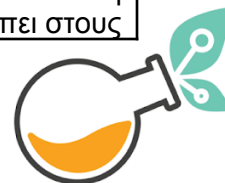




Σύνοψη

Μέσω της φάσης Εξερεύνησης, οι μαθητές ανέπτυξαν μια θεμελιώδη κατανόηση της φυλογένεσης και του εξελικτικού Δέντρου της Ζωής. Στη φάση Εκτέλεσης, εφάρμοσαν αυτή τη γνώση αναλύοντας χαρακτηριστικά και χτίζοντας εξελικτικές σχέσεις. Η φάση Βελτίωσης κατέδειξε πώς η Επauξημένη Πραγματικότητα μετατρέπει τα αφηρημένα εξελικτικά μοντέλα σε διαδραστικές μαθησιακές εμπειρίες. Μαζί, αυτές οι φάσεις υπογραμμίζουν πώς η βιο-εμπνευσμένη σκέψη βοηθά στην εξήγηση της οργάνωσης της ζωής και ενθαρρύνει την περαιτέρω εξερεύνηση της εξελικτικής επιστήμης.

Φάση	Περιγραφή
Εξερευνώ	- Έρευνα και Ανακάλυψη: Οι μαθητές εξερευνούν την έννοια του εξελικτικού Δέντρου της Ζωής και της φυλογένεσης, εξετάζοντας πώς οι επιστήμονες αναγνωρίζουν τις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών. Μέσω καθοδηγούμενης ανάγνωσης, οπτικών παραδειγμάτων και πολυμεσικών πόρων, οι μαθητές διερευνούν την κοινή καταγωγή, τα πρότυπα διακλάδωσης και τους τύπους στοιχείων που χρησιμοποιούνται για την ανασύνθεση των εξελικτικών ιστοριών.
	- Ανάπτυξη Περιεχομένου: Το περιεχόμενο αναπτύσσεται γύρω από βασικές φυλογενετικές έννοιες, συμπεριλαμβανομένων των κοινών προγόνων, των ομόλογων και ανάλογων χαρακτηριστικών, καθώς και της ερμηνείας των φυλογενετικών δέντρων. Το εκπαιδευτικό υλικό δίνει έμφαση στην εξέλιξη ως μια διακλαδούμενη, βασισμένη σε στοιχεία διαδικασία και όχι ως μια γραμμική πρόοδος, προετοιμάζοντας τους μαθητές για πρακτική εφαρμογή σε μεταγενέστερα στάδια.
	- Ανάλυση Αναγκών: Αυτή η φάση αντιμετωπίζει τις συνήθεις δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση αφηρημένων εξελικτικών διαγραμμάτων, στην ερμηνεία των διακλαδωτικών σχέσεων και στη διάκριση μεταξύ ομοιότητας και συγγένειας. Οι οπτικές και διαδραστικές προσεγγίσεις προσδιορίζονται ως απαραίτητες για την υποστήριξη της κατανόησης, τη μείωση των παρανοήσεων και την προετοιμασία των μαθητών για την κατασκευή των δικών τους φυλογενετικών μοντέλων.
Εκτελώ	- Εφαρμογή Προγράμματος Σπουδών: Η ενότητα υλοποιείται μέσω μαθημάτων βιολογίας βασισμένων στην έρευνα, ευθυγραμμισμένων με τα προγράμματα σπουδών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την εξέλιξη, τη βιοποικιλότητα και την ταξινόμηση. Οι μαθητές εφαρμόζουν τις θεωρητικές γνώσεις αναλύοντας χαρακτηριστικά και εξελικτικά στοιχεία, ενισχύοντας τους στόχους του προγράμματος σπουδών που σχετίζονται με την επιστημονική συλλογιστική και τη συστημική σκέψη.
	- Διαδραστικές Ασκήσεις: Οι μαθητές συμμετέχουν σε πρακτικές δραστηριότητες υποστηριζόμενες από την επauξημένη Πραγματικότητα (AR), όπου αναλύουν οργανισμούς ατομικά ή σε συνεργασία και κατασκευάζουν ένα κοινό φυλογενετικό δέντρο. Χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα μοντέλα και διαδραστικά στοιχεία, οι μαθητές συγκρίνουν χαρακτηριστικά, προσδιορίζουν σημεία διακλάδωσης και δικαιολογούν εξελικτικές σχέσεις βάσει στοιχείων.
	- Συλλογή Ανατροφοδότησης: Η ανατροφοδότηση συλλέγεται μέσω παρατήρησης από τον εκπαιδευτικό, συζήτησης με ομότιμους και σύντομων αναστοχαστικών εργασιών. Οι μαθητές λαμβάνουν διαμορφωτική ανατροφοδότηση κατά την κατασκευή των φυλογενετικών δέντρων, η οποία τους επιτρέπει να αναθεωρήσουν τη συλλογιστική τους και να βελτιώσουν την κατανόησή τους μέσω διαλόγου και επανάληψης.
Επauξά νω	- Ενσωμάτωση AR: Η Επauξημένη Πραγματικότητα ενσωματώνεται για την απεικόνιση φυλογενετικών δέντρων ως τρισδιάστατων, διαδραστικών δομών. Η AR επιτρέπει στους





	μαθητές να χειρίζονται κλάδους, να εξερευνούν κοινούς προγόνους και να οργανώνουν χωρικά τους οργανισμούς, καθιστώντας τις αφηρημένες εξελικτικές σχέσεις απτές και πιο εύκολα κατανοητές.
	- Διαδραστική Μάθηση: Μέσω της αλληλεπίδρασης με την επαυξημένη πραγματικότητα (AR), οι μαθητές εξερευνούν, δοκιμάζουν και τροποποιούν ενεργά φυλογενετικά μοντέλα. Αυτό υποστηρίζει τη μάθηση που βασίζεται στην έρευνα, ενθαρρύνει τον έλεγχο υποθέσεων και εμβαθύνει την εννοιολογική κατανόηση επιτρέποντας στους μαθητές να αλληλεπιδρούν άμεσα με εξελικτικά δεδομένα και σχέσεις.
	Παιχνιδοποιημένο Περιεχόμενο: - Πόντοι και Εμβλήματα Οι μαθητές κερδίζουν πόντους για τη σωστή τοποθέτηση οργανισμών, τον εντοπισμό κοινών χαρακτηριστικών και την αιτιολόγηση εξελικτικών σχέσεων. Εμβλήματα όπως «Εξερευνητής Φυλογένεσης» ή «Αρχιτέκτονας του Δέντρου της Ζωής» αναγνωρίζουν την πρόοδο και την επιτυχία. - Πίνακες κατάταξης Οι προαιρετικοί πίνακες κατάταξης στην τάξη εμφανίζουν την ατομική ή ομαδική πρόοδο, ενθαρρύνοντας τον φιλικό ανταγωνισμό και τη διαρκή συμμετοχή χωρίς να δίνουν έμφαση στην κατάταξη έναντι της μάθησης. - Αποστολές και Επίπεδα Οι μαθησιακές δραστηριότητες δομούνται ως εξελικτικές αναζητήσεις, όπου οι μαθητές προχωρούν σε επίπεδα που αντιπροσωπεύουν αυξανόμενη πολυπλοκότητα—από τον εντοπισμό απλών χαρακτηριστικών έως την κατασκευή πλήρων φυλογενετικών δέντρων. - Ανταμοιβές για Εξερεύνηση Κρυμμένα σημεία επαυξημένης πραγματικότητας (AR), επιπλέον πίνακες πληροφοριών ή επιπλέον πόντοι ανταμείβουν τους μαθητές που εξερευνούν μοντέλα σε μεγαλύτερο βάθος ή παρέχουν καλά τεκμηριωμένες εξηγήσεις, ενθαρρύνοντας την περιέργεια και τη βαθύτερη διερεύνηση. - Συνεργατικές Παιχνιδοποιημένες Εργασίες Οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες για να επιλύσουν προκλήσεις όπως η επίλυση αντικρουόμενων στοιχείων ή η βελτίωση ενός κοινού φυλογενετικού δέντρου. Η συνεργασία υποστηρίζει την επικοινωνία, τη συλλογική συλλογιστική και την κοινή επίλυση προβλημάτων.
	Αξιολογήσεις που βασίζονται σε AR: Οι μαθητές αξιολογούνται μέσω εργασιών που βασίζονται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και απαιτούν από αυτούς να κατασκευάσουν, να ερμηνεύσουν και να εξηγήσουν φυλογενετικά δέντρα. Η αξιολόγηση επικεντρώνεται στην ακρίβεια των σχέσεων, στην ποιότητα της συλλογιστικής που βασίζεται σε τεκμήρια και στην ικανότητα αναστοχασμού των εξελικτικών διεργασιών. Αυτές οι αξιολογήσεις υποστηρίζουν τόσο τη διαμορφωτική όσο και τη συνοπτική αξιολόγηση μέσα σε ένα διαδραστικό μαθησιακό περιβάλλον.





Αναφορές

- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2021). *Βιολογία Campbell* (12η έκδοση). Pearson Education.
- Μουσείο Παλαιοντολογίας του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια. (χ.η.). *Κατανόηση της Εξέλιξης*. <https://evolution.berkeley.edu>
- Διαδικτυακό έργο Tree of Life. (χ.η.). *Το Δέντρο της Ζωής* <http://tolweb.org>
- Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας. (2000). *Πώς μαθαίνουν οι άνθρωποι: Εγκέφαλος, Νους, Εμπειρία και Σχολείο* Εκδόσεις Εθνικών Ακαδημιών.
- ΟΟΣΑ. (2017). *Καινοτόμα Περιβάλλοντα Μάθησης* Εκδόσεις ΟΟΣΑ.
- Μπένιους, Τζ. Μ. (2002). *Βιομιμητισμός: Καινοτομία εμπνευσμένη από τη φύση* HarperCollins.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Τρέχουσα κατάσταση, ευκαιρίες και προκλήσεις της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση. *Υπολογιστές & Εκπαίδευση*, 62, 41–49.
- Wang, Y., & Li, G. (2020). Εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση στις θετικές επιστήμες: Μια συστηματική ανασκόπηση. *Περιοδικό Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας & Κοινωνίας*, 23(3), 108–122.
- Sketchfab. *Επιστημονικά τρισδιάστατα μοντέλα για την εκπαίδευση*. <https://sketchfab.com>
- Deligtex. Γκαλερί. <https://edu.deligtex.com/>
- Επιστημονικά Πρότυπα Επόμενης Γενιάς - Πρωτοπόροι Πολιτείες. (2013). *Επιστημονικά Πρότυπα Επόμενης Γενιάς: Για Πολιτείες, Από Πολιτείες* Εκδόσεις Εθνικών Ακαδημιών.
- Κατασκευή του δέντρου. Κατανόηση της εξέλιξης. <https://evolution.berkeley.edu/evolution-101/the-history-of-life-looking-at-the-patterns/building-the-tree/>

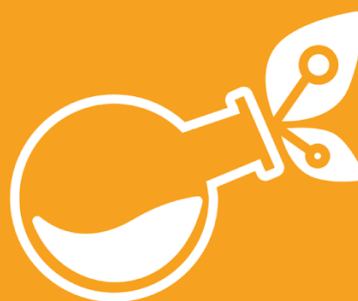
Εργαλεία που βασίζονται στην Τεχνητή Νοημοσύνη (ChatGPT, Perplexity AI και NotebookLM) χρησιμοποιήθηκαν για την υποστήριξη της σύνταξης περιεχομένου, της σύνθεσης έρευνας και της οργάνωσης του πηγαιού υλικού κατά την ανάπτυξη αυτής της μαθησιακής μονάδας:

- Ανοιχτή Τεχνητή Νοημοσύνη .ChatGPT (μεγάλο γλωσσικό μοντέλο). <https://chat.openai.com>
- Τεχνητή Νοημοσύνη για την Αμηχανία [Βοηθός αναζήτησης και έρευνας με τεχνητή νοημοσύνη]. <https://www.perplexity.ai>
- Google NotebookLM [Εργαλείο έρευνας και λήψης σημειώσεων με τεχνητή νοημοσύνη]. <https://notebooklm.google.com>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.