



# ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

17 Νοεμβρίου 2021

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 5341

## ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. 144611/Δ2

**Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Βιολογίας των Α', Β' και Γ' τάξεων Γενικού Λυκείου.**

**Η ΥΦΥΠΟΥΡΓΟΣ  
ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ**

Έχοντας υπόψη:

1. Την περ. α της παρ. 2 του άρθρου 42 του ν. 4186/2013 «Αναδιάρθρωση της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και λοιπές διατάξεις» (Α' 193).

2. Την υποπ. ββ της περ. α της παρ. 3 του άρθρου 2 του ν. 3966/2011 «Θεσμικό πλαίσιο των Πρότυπων Πειραματικών Σχολείων, Ίδρυση Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Οργάνωση του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων "ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ" και λοιπές διατάξεις» (Α' 118).

3. Το άρθρο 175 του ν. 4823/2021 «Αναβάθμιση του Σχολείου, ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών και άλλες διατάξεις» (Α' 136).

4. Το άρθρο 90 του κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα Κυβερνητικά όργανα που κυρώθηκε με το άρθρο πρώτο του π.δ. 63/2005 (Α' 98), το οποίο διατηρήθηκε σε ισχύ με την παρ. 22 του άρθρου 119 του ν. 4622/2019 (Α' 133).

5. Το π.δ. 81/2019 «Σύσταση, συγχώνευση, μετονομασία και κατάργηση Υπουργείων και καθορισμός των αρμοδιοτήτων τους - Μεταφορά υπηρεσιών και αρμοδιοτήτων μεταξύ Υπουργείων» (Α' 119).

6. Το π.δ. 84/2019 «Σύσταση και κατάργηση Γενικών Γραμματειών και Ειδικών Γραμματειών/Ενιαίων Διοικητικών Τομέων Υπουργείων» (Α' 123).

7. Το π.δ. 2/2021 «Διορισμός Υπουργών, Αναπληρωτών Υπουργών και Υφυπουργών» (Α' 2).

8. Την υπό στοιχεία 168/Υ1/08-01-2021 απόφαση του Πρωθυπουργού και της Υπουργού Παιδείας και Θρησκευμάτων με θέμα «Ανάθεση αρμοδιοτήτων στην Υφυπουργό Παιδείας και Θρησκευμάτων, Ζωή Μακρή» (Β' 33).

9. Την υπό στοιχεία 104671/ΓΔ4/27-09-2021 υπουργική απόφαση «Πιλοτική Εφαρμογή Προγραμμάτων Σπουδών στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση» (Β' 4003).

10. Τις υπ' αρ. 55/14-10-2021 και 56/21-10-2021 πράξεις του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

11. Το γεγονός ότι από την παρούσα απόφαση δεν προκαλείται δαπάνη, σύμφωνα με την υπό στοιχεία Φ.1/Γ/740/140619/Β1/03-11-2021 εισήγηση του άρθρου 24 του ν. 4270/2014 (Α' 143) της Γενικής Διεύθυνσης Οικονομικών Υπηρεσιών του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων, αποφασίζουμε:

Άρθρο μόνον

Το Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Βιολογίας των Α', Β' και Γ' τάξεων Γενικού Λυκείου ορίζεται ως εξής:

**Α. ΦΥΣΙΟΓΝΩΜΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ**

Η Βιολογία ως επιστήμη της ζωής

Η Βιολογία, ως επιστήμη της ζωής, μελετά τα φαινόμενα και τις διαδικασίες της ζωής, δηλαδή τους οργανισμούς στο περιβάλλον όπου ζουν, ενώ ένα μεγάλο τμήμα των μελετών αυτών αφορά έμμεσα ή άμεσα τον ίδιο τον άνθρωπο. Η Βιολογία, όπως και οι υπόλοιπες φυσικές επιστήμες (Φ.Ε.), αποτελεί σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού πολιτισμού, καθώς οι σύγχρονες εφαρμογές της συνεισφέρουν σημαντικά τόσο στον άνθρωπο, όσο και στο έμβιο και άβιο περιβάλλον του πλανήτη. Στο γνωστικό αντικείμενο της Βιολογίας, υπό την εκπαιδευτική του διάσταση, έχουμε σε ισχύ κοινές πρακτικές και παραδοχές όλων των Φ.Ε., όπως η εκκίνηση από την εμπειρική γνώση και η λογική πορεία για τον έλεγχο μιας υπόθεσης.

Η επιστημονική μέθοδος της Βιολογίας προϋποθέτει τη συλλογή εμπειρικών πληροφοριών και την αξιολόγησή τους για την ερμηνεία των βιολογικών φαινομένων ή διαδικασιών.

Ταυτόχρονα όμως υπάρχουν και σημαντικές διαφορές της Βιολογίας από τις υπόλοιπες Φ.Ε., που προκύπτουν από την πολυπλοκότητα οργάνωσης και ρύθμισης των έμβιων όντων, από την ισχύ του τυχαίου γεγονότος και την πιθανότητα, αλλά και την ποικιλομορφία και τέλος από τη δυνατότητα ερμηνείας των βιολογικών φαινομένων στα διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης της ζωής (π.χ. ατομικό, πληθυσμιακό επίπεδο κ.λπ.).

Το γνωστικό αντικείμενο της Βιολογίας ως μορφωτικό αγαθό

Η διδασκαλία της Βιολογίας αποτελεί μορφωτικό αγαθό, καθώς εξασφαλίζει στους/στις μαθητές/-τριες τη δυνατότητα της επαφής και κατανόησης του φαινομένου

της ζωής, αλλά και την πολυπλοκότητα και την εννοιολογική του ως τη βασική συνιστώσα του φυσικού περιβάλλοντος. Η μελέτη του φαινομένου της ζωής προσεγγίζεται ολιστικά και ο άνθρωπος αντιμετωπίζεται ως μέρος ενός συνόλου, τα μέρη του οποίου αλληλεπιδρούν και συνυπάρχουν σε μια κατάσταση δυναμικής ισορροπίας.

Παράλληλα, η Βιολογία βοηθά τους/τις μαθητές/-τριες να αναπτύξουν δεξιότητες και να υιοθετήσουν θετικές στάσεις και συμπεριφορές, οι οποίες αναμένεται να καθοδηγούν τις επιλογές και τις αποφάσεις τους σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο, σε σχέση με την ανθρώπινη ζωή, τη διαχείριση του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη.

Στο νέο τοπίο που δημιουργείται από τις σύγχρονες κοινωνικές και τεχνολογικές προκλήσεις, αλλά και τις περιβαλλοντικές και υγειονομικές κρίσεις, η επιστήμη της Βιολογίας παρέχει το πλαίσιο όχι μόνο για την κατανόηση των προκλήσεων και των προβλημάτων, αλλά και για την εύρεση βιώσιμων προτάσεων επίλυσής τους.

## Β. ΣΚΟΠΟΘΕΣΙΑ

### Γενικοί σκοποί

Τα αναμορφωμένα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) Βιολογίας και των τριών τάξεων του Γενικού Λυκείου στοχεύουν αφενός μεν στη διασύνδεση των αρχών της Βιολογίας, ως επιστήμης, με τους σκοπούς και τους στόχους του Γενικού Λυκείου, αφετέρου δε στη διαμόρφωση ενός πλαισίου διδασκαλίας και μάθησης, που θα επιτρέψει στους/στις μαθητές/-τριες να επεκτείνουν τις γνώσεις τους από το Γυμνάσιο και να καταστούν επιστημονικά εγγράμματοι/-ες στο κρίσιμο πεδίο γνώσεων των βιοεπιστημών, αξιοποιώντας τις γνώσεις αυτές στην καθημερινή ατομική και κοινωνική τους ζωή μέσα στο πλαίσιο αξιών της αειφορίας για αλληλεγγύη, κοινωνική δικαιοσύνη και συνοχή. Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται να εφοδιάσουν τον/τη μαθητή/-τρια με ικανότητες όχι μόνο να οικοδομεί τις βιολογικές γνώσεις του/της σε ένα συνεκτικό σύνολο, αλλά και να διαμορφώνει στάσεις σε ένα σύνολο πεδίων που εκκινούν από την προσωπική του/της υγεία, εκτείνονται στη σχέση του/της με τους άλλους και καταλήγουν στη σχέση του/της με την κοινωνία και το περιβάλλον, όπως ενδεικτικά αναφέρονται η αποφυγή αλόγιστης χρήσης αντιβιοτικών, η αποδοχή της διαφορετικότητας, η απόρριψη του ρατσισμού, η προστασία της βιοποικιλότητας κ.ά.

Πιο ειδικά, το αναμορφωμένο ΠΣ των Α' και Β' τάξεων επιδιώκει την εξασφάλιση της γενικής παιδείας των μαθητών/-τριών, ώστε να αποκτήσουν γνώσεις από την επιστήμη της Βιολογίας, να καλλιεργήσουν οριζόντιες δεξιότητες και να διαμορφώσουν στάσεις για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής και τη λήψη αποφάσεων ως κριτικά σκεπτόμενοι πολίτες με ατομική και δημόσια ευθύνη για θέματα όπως η διασφάλιση της υγείας, η ποιότητα ζωής και η οικολογική ισορροπία τώρα και στο μέλλον.

Οι μαθητές/-τριες ασκούνται μέσα από στοχευμένες δραστηριότητες στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και στη διερευνητική προσέγγιση της μαθησιακής διαδικασίας με τη μικροσκοπική παρατήρηση, τη διεξαγωγή εργαστηριακών ασκήσεων, πειραμάτων, τη μελέτη πεδίου, την κατασκευή μοντέλων, καθώς και ατομικών ή

και ομαδικών ερευνητικών εργασιών σύμφωνα με τους γενικούς και ειδικούς στόχους των Θεματικών Πεδίων. Επίσης, μελετούν κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις βιολογικών διαδικασιών και φαινομένων, αξιοποιώντας επιστημονικά δεδομένα, και προβληματίζονται για τα τεχνολογικά και επιστημονικά επιτεύγματα στο πλαίσιο των κανόνων της βιοηθικής.

Τα Θεματικά Πεδία, οι Θεματικές Ενότητες, τα Προσδοκώμενα Αποτελέσματα και οι Ενδεικτικές Δραστηριότητες επιδιώχθηκε να έχουν συνοχή και σύνδεση μεταξύ τους, ώστε να διασφαλίζεται η συνέχεια της βιολογικής γνώσης, με σκοπό την αφομοίωσή της, αλλά και την αναπλαισίωσή της σε νέα γνώση. Οι Ενδεικτικές Δραστηριότητες σχεδιάστηκαν με τρόπο ώστε να εξυπηρετούν τα Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα. Συχνά δίνουν την ευκαιρία στο πλαίσιο της ομάδας για ανταλλαγή ιδεών, ανάπτυξη επιχειρηματολογίας, διατύπωση και διεύρυνση απόψεων, καθώς και προσωπικού αναστοχασμού, δηλαδή δίνεται η ευκαιρία για διαδικασίες μέσα από τις οποίες επέρχεται γνωσιακή σύγκρουση και απόκτηση νέας επιστημονικά τεκμηριωμένης γνώσης.

Το αναμορφωμένο ΠΣ Βιολογίας της Γ' τάξης του Γενικού Λυκείου, που απευθύνεται σε μαθητές/-τριες που επέλεξαν τις επιστήμες της υγείας για να συνεχίσουν στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση σε σπουδές σχετικές με την υγεία και τις βιοεπιστήμες, στοχεύει στην εμβάθυνση των θεμάτων της Βιολογίας. Έτσι, οι μαθητές/-τριες θα γνωρίσουν τη φύση της επιστήμης της Βιολογίας και τις τελευταίες εξελίξεις μέσα από αναφορές στην ιστορία της επιστήμης, τα επιτεύγματά της και τη σημασία τους για τη ζωή, την υγεία και το περιβάλλον, με απώτερο σκοπό συνειδητά να συνεχίσουν τις σπουδές τους στις βιολογικές επιστήμες και να συμβάλλουν στην εξέλιξή τους. Παράλληλα, θα τους δώσει τη δυνατότητα να προβληματιστούν για τις επιπτώσεις των σύγχρονων εφαρμογών και ανακαλύψεων της Βιολογίας, που ενδεχομένως να εγείρουν ηθικά ζητήματα και να προκαλούν τον βιοηθικό προβληματισμό.

### Γενικοί στόχοι

Το νέο ΠΣ της Βιολογίας Λυκείου στοχεύει στην:

α) αδιάκριτη παροχή σε όλους/-ες τους/τις μαθητές/-τριες ίδιων δυνατοτήτων, ώστε να οδηγούνται σε προσωπική επιστημονική ανάπτυξη. Το νέο ΠΣ, μέσω της διασφάλισης απαραίτητου χρόνου, θα εξασφαλίζει τους/τις μαθητές/-τριες τις δυνατότητες για την απόκτηση κατάλληλου γνωστικού υπόβαθρου και την ανάπτυξη στάσεων και δεξιοτήτων που απορρέουν από την επαφή με την επιστήμη της Βιολογίας,

β) εξασφάλιση συνεκτικής επιστημονικής γνώσης, που θα διασφαλίζεται με την ομαλή μετάβαση από τη μια τάξη στην επόμενη, καθώς και διεπιστημονική θεώρηση των βιολογικών φαινομένων και επιτευγμάτων της σύγχρονης Βιολογίας,

γ) σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με τη σύγχρονη καθημερινή ζωή και την κοινωνία,

δ) αδιάκριτη διασφάλιση της συμπερίληψης όλων των μαθητών/-τριών, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφοροποιημένες εκπαιδευτικές/μαθησιακές ανάγκες,

ε) προώθηση της ενεργού συμμετοχής των μαθητών/-τριών με δημιουργία περιβαλλόντων μάθησης που θα

διέπονται από τις αρχές της σύγχρονης διδακτικής μεθοδολογίας, όπως της διερευνητικής μάθησης και των βιωματικών και επικοινωνιακών προσεγγίσεων, ενθαρρύνοντας τον κριτικό στοχασμό και τη δημιουργικότητα, στ) καλλιέργεια και ανάπτυξη γνωστικών, μεταγνωστικών και κοινωνικοσυναισθηματικών δεξιοτήτων και ικανότητα κριτικής σκέψης και επιχειρηματολογίας,

ζ) καλλιέργεια της ιδιότητας του πολίτη (πολιτικότητα), όπου οι μαθητές/-τριες ως αυριανοί πολίτες καλούνται να πάρουν αποφάσεις για το περιβάλλον, την υγεία, την ασφάλεια και γενικότερα για κάθε είδους πρόκληση που θα προκύψει από τις εφαρμογές της επιστήμης της Βιολογίας στην κοινωνία μας.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Με τα αναμορφωμένα ΠΣ της Βιολογίας Λυκείου οι μαθητές/-τριες επιδιώκεται να αξιοποιούν τις γνώσεις της Βιολογίας ως βιολογικά εγγράμματοι μελλοντικοί πολίτες. Πιο συγκεκριμένα επιδιώκεται:

- να αποκτήσουν επιστημονικές γνώσεις και να κατανοήσουν τις επιστημονικές θεωρίες και πρακτικές,
- να αναπτύξουν πειραματικές δεξιότητες και να μπορούν να συζητούν τους περιορισμούς των επιστημονικών μεθόδων,
- να ερμηνεύουν φαινόμενα και καταστάσεις που παρατηρούν και βιώνουν ως μέρη του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος,
- να αναπτύξουν ενδιαφέρον για κοινωνικοεπιστημονικά θέματα με βιολογικό υπόβαθρο και μέσω της ενθάρρυνσης της προσωπικής έκφρασης και ανάληψης πρωτοβουλίας να συμβάλουν στην περαιτέρω μελέτη και εξέλιξή τους,
- να μπορούν να επικοινωνούν αποτελεσματικά, χρησιμοποιώντας τον λόγο της επιστήμης της Βιολογίας,
- να κατανοούν ότι η εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης μπορεί να ωφελήσει τους ανθρώπους και το περιβάλλον και έτσι να διαμορφώσουν ένα αξιακό σύστημα που θα τους επιτρέπει να μπορούν να αναλάβουν την ευθύνη στο μέλλον και να αναπτύξουν ικανότητες ενεργού πολιτείας,
- να κατανοούν τις πιθανές αρνητικές συνέπειες της ανορθόδοξης χρήσης των επιστημονικών επιτευγμάτων

της Βιολογίας, να μπορούν να χρησιμοποιήσουν επιστημονικά δεδομένα και στοιχεία για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής τους ζωής, όπως θέματα υγείας, ποιότητας ζωής, οικολογικής ισορροπίας (δυνατότητα λήψης αποφάσεων, επιστημονικά συγκροτημένων για τα σύγχρονα ζητήματα που συνοδεύουν τις εφαρμογές της Βιολογίας στην καθημερινότητα),

- να αναπτύξουν αίσθημα ευθύνης για την προστασία της ζωής όλων των οργανισμών και να συμμετέχουν ενεργά σε δράσεις ενεργοποίησης και ευαισθητοποίησης της κοινωνίας για την αντιμετώπιση των σύγχρονων περιβαλλοντικών ζητημάτων και των υγειονομικών προκλήσεων.

#### Γ. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ - ΘΕΜΑΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

Το ΠΣ περιέχει ενότητες οι οποίες εξετάζουν φαινόμενα, έννοιες, θεωρίες και διαδικασίες της Βιολογίας από το μοριακό επίπεδο στο κυτταρικό, στο επίπεδο του οργανισμού και των οικοσυστημάτων.

Μέσω των παραπάνω ενότητων επιδιώκεται η σύνδεση της Βιολογίας με την κοινωνία -σε συνδυασμό με ανακλύποντα βιοηθικά ζητήματα- με τις άλλες Φ.Ε. και την καθημερινή ζωή του σύγχρονου ανθρώπου, καθώς και η ανάδειξη των επιτευγμάτων των βιοεπιστημών με την αξιοποίηση της ιστορίας των Φ.Ε. και ιδιαίτερα της ιστορίας της επιστήμης της Βιολογίας.

Οι βασικές κεντρικές ιδέες του γνωστικού αντικείμενου της Βιολογίας του Γενικού Λυκείου, οι οποίες διατρέχουν το ΠΣ και στις τρεις τάξεις, είναι η δομική και ενεργειακή οργάνωση της ζωής, η ποικιλομορφία, η επικοινωνία, η διατήρηση και η εξέλιξη της ζωής σε όλα τα επίπεδα (από το κυτταρικό επίπεδο μέχρι το επίπεδο του οικοσυστήματος).

Συνοπτικά, το Πρόγραμμα Σπουδών της Βιολογίας ΓΕΛ ακολουθεί τους θεματικούς άξονες «Μελέτη των ζωντανών οργανισμών» (Α' Λυκείου), «Οι ζωντανοί οργανισμοί στο περιβάλλον τους» (Β' Λυκείου) και «Βιολογία Συστημάτων: ανακαλύπτοντας τη Βιολογία από την αρχή» (Γ' Λυκείου).

Αναλυτικότερα, το περιεχόμενο του γνωστικού αντικείμενου για κάθε τάξη περιλαμβάνει τα ακόλουθα Θεματικά Πεδία/Θεματικές Ενότητες:

ΒΙΟΛΟΓΙΑ - Α' ΛΥΚΕΙΟΥ	
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες
1. Ζωντανοί οργανισμοί - Εισαγωγικές έννοιες	1.1 Ιδιότητες της ζωής 1.2 Βασίλεια - Οικογένειες - Γένη - είδη 1.3 Φυλογενετικά δέντρα
2. Φυτικοί οργανισμοί 2.1. Οργάνωση της ζωής	2.1.1 Φυλογενετικό δέντρο φυτικών οργανισμών 2.1.2 Φυτικό κύτταρο 2.1.3 Μονοκύτταροι - Πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί 2.1.4 Φυτικοί ιστοί 2.1.5 Όργανα φυτικών οργανισμών 2.1.6 Βλάστηση
2.2 Θρέψη	2.2.1 Μεταβολισμός: Αναβολισμός - Καταβολισμός 2.2.2 Το ATP ως ενεργειακό νόμισμα 2.2.3 Κυτταρική αναπνοή στα φυτά 2.2.4 Φωτοσύνθεση - Διαπνοή 2.2.5 Φωτοσυνθετικές χρωστικές

2.3 Διατήρηση και συνέχεια της ζωής	2.3.1 Αναπαραγωγή φυτικών οργανισμών 2.3.2 Μονογονική και αμφιγονική αναπαραγωγή
2.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	2.4.1 Τροπισμοί (φωτοτροπισμός, γεωτροπισμός κ.λπ.)
2.5 Κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις	2.5.1 Φυτά οικονομικού ενδιαφέροντος 2.5.2 Κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα
3. Ζωικοί οργανισμοί 3.1 Οργάνωση της ζωής	3.1.1 Φυλογενετικό δέντρο 3.1.2 Κύτταρο ζωικών οργανισμών 3.1.3 Ιστοί - Όργανα - Συστήματα ζωικών οργανισμών
3.2 Θρέψη	3.2.1 Κυτταρική αναπνοή ως διαδικασία παραγωγής ενέργειας στους ζωικούς και το ATP ως ενεργειακό νόμισμα 3.2.2 Ετερότροφοι 3.2.3 Πεπτικό σύστημα στους ζωικούς οργανισμούς - Αναφορά στη συνεργασία με το κυκλοφορικό για τη μεταφορά θρεπτικών 3.2.4 Πεπτικό σύστημα στον άνθρωπο 3.2.5 Διατροφή και άνθρωπος
3.3 Συνέχεια της ζωής	3.3.1 Αναπαραγωγή ζωικών οργανισμών 3.3.2 Τρόποι αναπαραγωγής 3.3.3 Μίτωση - Μείωση (γαμέτες) 3.3.4 Αναπαραγωγικό σύστημα στους ζωικούς οργανισμούς 3.3.5 Αναπαραγωγικό σύστημα στον άνθρωπο 3.3.6 Αναπαραγωγικό και υγεία στον άνθρωπο
3.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	3.4.1 Στοιχεία νευρικού συστήματος 3.4.2 Νευρικό σύστημα στα ζώα 3.4.3 Νευρικό σύστημα στον άνθρωπο - Εθισμοί - Εξαρτήσεις
3.5 Κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις	3.5.1 Ζώα οικονομικού ενδιαφέροντος 3.5.2 Κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα
4. Μύκητες 4.1 Οργάνωση της ζωής	4.1.1 Φυλογενετικό δέντρο 4.1.2 Κύτταρα μυκήτων 4.1.3 Μονοκύτταροι - Πολυκύτταροι μύκητες
4.2 Θρέψη	4.2.1 Οι μύκητες ως ετερότροφοι οργανισμοί 4.2.2 Κυτταρική αναπνοή (αερόβιες συνθήκες) 4.2.3 Ζύμωση και μύκητες - Αλκοολική ζύμωση (αναερόβιες συνθήκες)
4.3 Συνέχεια της ζωής	4.3.1 Αναπαραγωγή μυκήτων
4.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	4.4.1 Σύστημα υποδοχέων στους μύκητες
4.5 Κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις	4.5.1 Οικονομικό ενδιαφέρον
5. Αρχαία - Βακτήρια 5.1 Οργάνωση της ζωής	5.1.1 Φυλογενετικό δέντρο 5.1.2 Αρχαιοβακτήρια - Βακτήρια 5.1.3 Προκαρυωτικό κύτταρο
5.2 Θρέψη	5.2.1 Φωτοσυνθετικά βακτήρια 5.2.2 Ετερότροφα βακτήρια 5.2.3 Κυτταρική αναπνοή (αερόβιες συνθήκες) 5.2.4 Γαλακτική ζύμωση (αναερόβιες συνθήκες)
5.3 Συνέχεια της ζωής	5.3.1 Μονογονική - Διχοτόμηση
5.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	5.4.1 Ενδοσπόρια
5.5 Κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις	5.5.1 Οικονομικό ενδιαφέρον
6. Πρώτιστα 6.1 Οργάνωση της ζωής	6.1.1 Φυλογενετικό δέντρο 6.1.2 Κύτταρο - Δομή
6.2 Θρέψη	6.2.1 Αυτότροφα - Ετερότροφα 6.2.2 Κυτταρική αναπνοή
6.3 Συνέχεια της ζωής	6.3.1 Μονογονικά - Αμφιγονικά
6.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	6.4.1 Τρόποι ανταπόκρισης στο περιβάλλον
6.5 Κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις	6.5.1 Οικονομικό ενδιαφέρον

ΒΙΟΛΟΓΙΑ - Β' ΛΥΚΕΙΟΥ	
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες
1. Ποικιλομορφία οργανισμών 1.1 Ταυτότητα γενετικής πληροφορίας	1.1.1 Εισαγωγή: Γενετική και Ποικιλομορφία 1.1.2 Η γενετική πληροφορία
1.2 Λειτουργίες της γενετικής πληροφορίας	1.2.1 Αντιγραφή 1.2.2 Μεταγραφή 1.2.3 Μετάφραση - Πρωτεΐνες
1.3 Μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας	1.3.1 Οργάνωση της γενετικής πληροφορίας στον πυρήνα 1.3.2 Μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας
1.4 Η αλλαγή της γενετικής πληροφορίας ως παράγοντας ποικιλομορφίας	1.4.1 Μεταλλαγές 1.4.2 Το παράδειγμα της αιμοσφαιρίνης
2. Σχέσεις οργανισμών στο φυσικό τους περιβάλλον 2.1 Οι σχέσεις μεταξύ των οργανισμών	2.1.1 Εισαγωγικές έννοιες 2.1.2 Σχέσεις ανταγωνισμού 2.1.3 Σχέσεις τροφικές 2.1.4 Σχέσεις παρασιτισμού 2.1.4.1 Ιοί 2.1.5 Σχέσεις συμβιωτικές/αμοιβαιότητας
2.2 Διαδικασίες ρύθμισης βιολογικών συστημάτων	2.2.1 Αυτορρύθμιση σε επίπεδο οργανισμού - Ομοιόσταση 2.2.1.1 Άμυνα - Ανοσοποιητικό/εμβόλια 2.2.2 Αυτορρύθμιση σε επίπεδο οικοσυστήματος - Ισορροπία 2.2.3 Διαταραχές οικοσυστημάτων - Διαχείριση - Αειφορία
3. Η εξέλιξη των οργανισμών 3.1 Φυσική Επιλογή	3.1.1 Πώς εξελίσσονται οι οργανισμοί (Ο μηχανισμός της Φυσικής Επιλογής) 3.1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη Φυσική Επιλογή
3.2 Κοινή καταγωγή	3.2.1 Στοιχεία κοινής καταγωγής οργανισμών 3.2.2 Η εξέλιξη στο είδος: Το παράδειγμα της εξέλιξης του ανθρώπου 3.2.3 Η εξέλιξη στα διαφορετικά είδη: Το παράδειγμα του αναπνευστικού συστήματος (το αναπνευστικό σύστημα σε διαφορετικούς οργανισμούς)
ΒΙΟΛΟΓΙΑ - Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ	
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες
I. Εισαγωγή στη Βιολογία συστημάτων Μετάβαση από την παραδοσιακή μελέτη στη Βιολογία συστημάτων	Παραδείγματα βιολογικών προβλημάτων για την επίλυση των οποίων έχει διαφοροποιηθεί ο τρόπος/διαδικασία μελέτης και αντιμετώπισης. Γονιδιωματική Μεταγραφωμική Πρωτεωμική Μεταβολωμική Συνδεωμική Φαινωμική
1. Γενετικό υλικό 1.1 Δομή και λειτουργία γενετικού υλικού	1.1.1 Δομή DNA/RNA 1.1.2 Οργάνωση DNA προκαρυωτικών 1.1.3 Οργάνωση DNA ευκαρυωτικών (νουκλεόσωμα χρωματίνη, χρωμόσωμα) 1.1.4 Οργάνωση DNA/RNA ιών 1.1.5 Λειτουργίες γενετικού υλικού (αντιγραφή ως διαδικασία διατήρησης και μεταβίβασης της γενετικής πληροφορίας, αναφορά στο Κεντρικό Δόγμα της Βιολογίας και τον κυτταρικό κύκλο)
1.2 Μέθοδοι ανάλυσης	1.2.1 Ιστορική αναδρομή στις μεθόδους ανάλυσης, αλληλούχηση DNA, PCR, ηλεκτροφόρηση, καρύτυπος 1.2.2 Χαρτογράφηση γονιδιωμάτων και Πρόγραμμα Ανθρώπινου Γονιδιώματος
1.3 Γονιδιωματική Προσδιορισμός μεγάλου μήκους ή/και του συνολικού γονιδιώματος	1.3.1 Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης: Μικροσυστοιχίες DNA, Αλληλούχηση του DNA Επόμενης Γενιάς, Μεγάλα Δεδομένα: Εργαλεία βιοπληροφορικής 1.3.2 Σύγκριση γονιδιωμάτων και εξέλιξη

2. Έκφραση της γενετικής πληροφορίας - Μεταγραφή 2.1 Μεταγραφή	2.1.1 Διαδικασία μεταγραφής - Ρύθμιση στο επίπεδο της μεταγραφής σε προκαρυωτικούς και ευκαρυωτικούς οργανισμούς.
2.2 Μέθοδοι ανάλυσης	2.2.1 Ιστορική αναδρομή μεθόδων ανάλυσης - Αποτύπωση κατά Northern, RT-PCR, αλληλούχηση RNA
2.3 Μεταγραφωμική Μελέτη μεταγραφωμάτων (σύνολο RNAs)	2.3.1 Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης: Μικροσυστοιχίες RNA, δημιουργία βάσεων δεδομένων, Μεγάλα Δεδομένα, Βιοπληροφορική
3. Έκφραση της γενετικής πληροφορίας - Πρωτεϊνοσύνθεση 3.1 Μετάφραση	3.1.1 Διαδικασία μετάφρασης - Ρύθμιση στο επίπεδο της μετάφρασης και μεταμεταφραστικά
3.2 Δομή και λειτουργία πρωτεϊνών	3.2.1 Διαμόρφωση της πρωτεΐνης στον χώρο, Μετουσίωση 3.2.2 Παραδείγματα πρωτεϊνών - Τα ένζυμα 3.2.3 Αλληλεπίδραση πρωτεϊνών με άλλα μόρια
3.3 Μέθοδοι ανάλυσης	3.3.1 Ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών, ανοσοαποτύπωμα Western, ELISA
3.4 Πρωτεωμική Πρωτεϊνικό προφίλ κυττάρων σε σχέση με τη λειτουργία που επιτελούν	Δισδιάστατη ηλεκτροφόρηση, Φασματομετρία, Μεγάλα Δεδομένα
4. Προέλευση των χαρακτηριστικών 4.1 Ποικιλότητα χαρακτηριστικών - Κληρονομικότητα	4.1.1 Γονοτυπικές και φαινοτυπικές αναλογίες σε διαφορετικές κατηγορίες γονιδίων (πολλαπλά αλληλόμορφα, θνησιγόνα, ατελώς επικρατή, συνεπικρατή, φυλοσύνδετα, ατελώς φυλοσύνδετα, ολανδρικά, φυλοπεριορισμένα, φυλοεπηρεαζόμενα)
4.2 Μεταλλαγές	4.2.1 Είδη μεταλλαγών (γονιδιακές, χρωμοσωμικές), πολυμορφισμοί
4.3 Αλληλεπίδραση γενετικού υλικού-περιβάλλοντος	4.3.1 Έκφραση γονιδίων και περιβάλλον
4.4 Επιγενετική	4.4.1 Μεθυλίωση βάσεων, ακετυλίωση ιστονών 4.4.2 Παραδείγματα επιγενετικών μηχανισμών στους οργανισμούς
4.5 Μέθοδοι ανάλυσης	4.5.1 Τεχνικές προγεννητικού ελέγχου
4.6 Φαινωμική	4.6.1 3D φαινοτύπηση, Μεγάλα Δεδομένα
5. Μεταβολισμός 5.1 Μεταβολικές διαδικασίες	5.1.1 Ορισμός και αρχές (διάσπαση - βιοσύνθεση ουσιών, παραγωγή ενέργειας) 5.1.2 Μεταβολικά μονοπάτια με συμμετοχή ενζύμων και άλλων μορίων - Παραγωγή μεταβολιτών 5.1.3 Μεταβολίτες ως λειτουργικά μόρια: 5.1.3.1 Σε βιοσυνθετικά μονοπάτια 5.1.3.2 Σε μονοπάτια κυτταρικής επικοινωνίας
5.2 Μέθοδοι ανάλυσης	5.2.1 Φασματομετρία, χρωματογραφία, φασματοσκοπία
5.3 Μεταβολωμική	5.3.1 Πρόγραμμα Ανθρώπινου Μεταβολώματος - Μεγάλα Δεδομένα
6. Κυτταρικές αλληλεπιδράσεις 6.1 Επικοινωνία	6.1.1 Κυτταρική επικοινωνία 6.1.2 Κυτταρική σηματοδότηση 6.1.3 Χημική φύση μηνυμάτων 6.1.4 Νευρική ώση 6.1.5 Νευροδιαβιβαστές, ενδορφίνες, εγκεφαλίνες
6.2 Μέθοδοι ανάλυσης	6.2.1 Ηλεκτρονική μικροσκοπία
6.3 Συνδεωμική	6.3.1 Απεικόνιση και μελέτη των πολύπλοκων συνδέσεων στον εγκέφαλο του ανθρώπου και άλλων οργανισμών - μοντέλων
7. Πληθυσμός 7.1 Γενετική πληθυσμών	7.1.1 Βιοποικιλότητα (ποικιλότητα ειδών, οικοσυστημάτων, γενετική ποικιλότητα) 7.1.2 Ισορροπία Hardy-Weinberg, πληθυσμιακό μέγεθος, ποικιλότητα, συχνότητα γονιδίων 7.1.3 Δυναμική πληθυσμών 7.1.4 Οι οργανισμοί στο οικοσύστημα - Ρύθμιση πληθυσμιακού μεγέθους - περιοριστικός παράγοντας Βιολογικός έλεγχος

7.2 Μεταγονιδιωματική	7.2.1 Καταγραφή και μελέτη του γονιδιωματικού προφίλ της φυσιολογικής μικροχλωρίδας ή πληθυσμών μικροοργανισμών σε οικοσυστήματα
8. Σύγχρονες εφαρμογές της Βιολογίας στη βελτίωση της ποιότητας ζωής 8.1 Γενετική μηχανική	8.1.1 Γενετική τροποποίηση, Κλωνοποίηση, Γονιδιακή θεραπεία, Μοριακά ψαλίδια
8.2 Εφαρμογές τεχνολογιών omics	8.2.1 Κλινική διάγνωση και πρόγνωση ασθενειών 8.2.2 Φαρμακογονιδιωματική (εξατομικευμένη ιατρική) 8.2.3 Έλεγχος τοξικότητας φαρμάκων/τροφίμων 8.2.4 Μελέτες στις επιστήμες διατροφής (διατροφογενωμική)

#### Γενικοί στόχοι ανά τάξη Α' τάξη

Στην Α' τάξη, με θεματικό άξονα «Οι ζωντανοί οργανισμοί», επιδιώκεται οι μαθητές/-τριες να εμβαθύνουν σε Θεματικά Πεδία που περιλαμβάνουν τη μελέτη των βασικών λειτουργιών της ζωής στα διαφορετικά βασίλεια οργανισμών (από τα βακτήρια, τα πρώτιστα και τους μύκητες έως τα φυτά και τα ζώα).

Ειδικότερα, στην πρώτη Θεματική Ενότητα του εισαγωγικού Θεματικού Πεδίου παρουσιάζονται οι ιδιότητες των ζωντανών οργανισμών, ενώ στις επόμενες ενότητες του ίδιου πεδίου γίνεται αναφορά στην ανάγκη κατάταξης των οργανισμών σε ταξινομικές βαθμίδες σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια και στη σχηματική απεικόνιση των συγγενικών σχέσεων των ειδών με φυλογενετικά δέντρα. Οι μαθητές/-τριες ενημερώνονται, μέσα από δραστηριότητες, για την αξία της μελέτης των φυλογενετικών δέντρων στη διαπίστωση της κοινής καταγωγής των οργανισμών.

Στα επόμενα Θεματικά Πεδία, η παρουσίαση των θεμάτων ακολουθεί μια συγκεκριμένη επαναλαμβανόμενη πορεία, κατά την οποία παρουσιάζονται η θέση κάθε βασιλείου στο φυλογενετικό δέντρο των οργανισμών, η οργάνωση της ζωής (από το κύτταρο έως τον οργανισμό), η θρέψη, οι μηχανισμοί που εξασφαλίζουν τη συνέχεια της ζωής, η αντίληψη των περιβαλλοντικών ερεθισμάτων από τους οργανισμούς και η ανταπόκριση σε αυτά. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στις κοινωνικές και οικονομικές προεκτάσεις των επιτευγμάτων της επιστήμης της Βιολογίας, ενώ παρατίθενται και παραδείγματα βιοηθικών ζητημάτων, όπως η ορθή χρήση των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών. Τα πρώτα Θεματικά Πεδία αφορούν την ανάπτυξη των προαναφερθέντων θεμάτων στο Βασίλειο των Φυτών, ενώ με τη σειρά ακολουθεί η παρουσίασή τους στα ζώα, τους μύκητες, τα βακτήρια - τα αρχαία και τα πρώτιστα.

Η παραπάνω διάρθρωση έχει επιλεγεί με σκοπό να παρέχεται στους/στις μαθητές/-τριες η δυνατότητα συγκριτικής μελέτης των δομών και των λειτουργιών των οργανισμών των επιμέρους βασιλείων, ώστε να αναδεικνύονται οι εξελικτικές τους σχέσεις. Η προτεινόμενη διδακτική μεθοδολογία περιλαμβάνει δραστηριότητες βιωματικής μάθησης και ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας, στις οποίες οι μαθητές/-τριες αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες. Διατυπώνουν τις υποθέσεις τους, διεξάγουν έρευνα και διαχειρίζονται πηγές πληροφόρησης για να συλλέξουν στοιχεία με τα οποία ελέγχουν τις υποθέσεις τους, καταλήγουν σε συμπεράσματα, τα εφαρμόζουν,

συντάσσουν κείμενα, επικοινωνούν τα ευρήματά τους σε επίπεδο τάξης και ενδεχομένως σε επίπεδο σχολικής μονάδας.

Οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:

- Αναγνωρίζουν τις βασικές ταξινομικές βαθμίδες των οργανισμών, ξεκινώντας από το Είδος και καταλήγοντας στα Βασίλεια των οργανισμών (Φυτά, Ζώα, Πρωτόζωα, Μύκητες, Βακτήρια/Αρχαιοβακτήρια).

- Μελετήσουν τις λειτουργίες της ζωής σε αντιπροσωπευτικούς οργανισμούς κάθε Βασιλείου, ώστε να διαπιστώσουν την εξέλιξη τόσο στα δομικά χαρακτηριστικά τους όσο και στις διαδικασίες της ζωής.

- Αναλύουν φυλογενετικά δέντρα και να εντοπίζουν τις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών.

- Συσχετίζουν τις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού με εκείνες άλλων οργανισμών.

- Γνωρίζουν και να ευαισθητοποιούνται σχετικά με τις συνέπειες διαφόρων παραγόντων στην υγεία του ανθρώπου.

- Αναπτύξουν τον προβληματισμό τους γύρω από τη σχέση της Βιολογίας με διάφορους τομείς του κοινωνικού περιβάλλοντος και την ανάπτυξη κριτικής σχετικά με τις εφαρμογές και τη συμβολή της Βιολογίας στις προσπάθειες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του σύγχρονου ανθρώπου.

Β' τάξη

Στη Β' τάξη, με θεματικό άξονα «Οι ζωντανοί οργανισμοί στο περιβάλλον τους», αναλύονται τα Θεματικά Πεδία της γενετικής ποικιλότητας και κατ'επέκταση της μορφολογικής και βιοχημικής ποικιλότητας των οργανισμών, καθώς και οι αντίστοιχοι μηχανισμοί που τις παράγουν, ενώ η Θεωρία της Εξέλιξης λειτουργεί ως ο συνδετικός κρίκος μεταξύ των οργανισμών, που εξηγεί τόσο τα κοινά χαρακτηριστικά τους όσο και τις μεταξύ τους διαφορές. Στην ίδια τάξη αναδεικνύεται ο ρόλος των μηχανισμών που εξασφαλίζουν τη δυναμική ισορροπία των βιολογικών συστημάτων, τόσο στα μεμονωμένα άτομα (ομοιοστατικοί μηχανισμοί) όσο και στο επίπεδο του οικοσυστήματος (μηχανισμοί αυτορρύθμισης), ώστε να διασφαλίζεται η διατήρηση της ζωής.

Στη Β' τάξη μελετώνται οι ζωντανοί οργανισμοί στο περιβάλλον τους, συσχετίζοντας τη γενετική πληροφορία με την ποικιλομορφία της ζωής, εξετάζεται με ολιστικό τρόπο η αλληλεπίδραση των οργανισμών τόσο μεταξύ τους όσο και με το περιβάλλον και συζητείται η κοινή καταγωγή, αλλά και η εξέλιξή τους. Στο πλαίσιο αυτό ειδικότερα εξετάζεται η σχέση της γενετικής πληροφορίας (μέσα από τις βιολογικές διεργασίες για την

έκφραση και μεταβίβασή της και τους μηχανισμούς που προκαλούν την αλλαγή της) με τη βιοποικιλότητα μέσα από τη μελέτη της ενδοειδικής και διαειδικής ποικιλομορφίας, τα διαφορετικά είδη σχέσεων που αναπτύσσουν οι οργανισμοί στο φυσικό τους περιβάλλον και τις διαδικασίες ρύθμισης των βιολογικών συστημάτων. Τα αποτελέσματα αυτής της διερεύνησης χρησιμοποιούνται για την ανάδειξη της κοινής καταγωγής, αλλά και τη μελέτη των μηχανισμών εξέλιξης των οργανισμών.

Οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:

- Ορίζουν την έννοια της γενετικής πληροφορίας και της ποικιλομορφίας.
- Συσχετίζουν τη γενετική πληροφορία με την ποικιλομορφία της ζωής.
- Αναγνωρίζουν την ενδοειδική και διαειδική ποικιλομορφία.
- Περιγράφουν τη δομή του γενετικού υλικού των οργανισμών.
- Αναφέρουν τις λειτουργίες του γενετικού υλικού.
- Αναγνωρίζουν τις πρωτεΐνες ως προϊόντα έκφρασης του γενετικού υλικού.
- Συσχετίζουν τη δομή των πρωτεϊνών με τη λειτουργία τους.
- Περιγράφουν τις διαδικασίες αντιγραφής, έκφρασης και ρύθμισης της γενετικής πληροφορίας.
- Ορίζουν τα ομόλογα χρωμοσώματα, τη γονιδιακή θέση και τα αλληλόμορφα γονίδια.
- Ορίζουν τα απλοειδή και διπλοειδή κύτταρα και τον κύκλο ζωής των κυττάρων.
- Περιγράφουν τα είδη κυτταρικής διαίρεσης.
- Ορίζουν την έννοια της κληρονομικότητας και να αναφέρουν τους νόμους του Mendel.
- Ορίζουν τη μετάλλαξη και να τη συσχετίζουν με την ποικιλομορφία και την εξέλιξη των οργανισμών.
- Διακρίνουν τα είδη των μεταλλαγών και τους μηχανισμούς τους.
- Αξιοποιούν τις γνώσεις τους για τη μελέτη της επίδρασης του περιβάλλοντος στην έκφραση των γονιδίων.
- Ορίζουν τις έννοιες του πληθυσμού, του ενδιαιτήματος και της βιοκοινότητας.
- Αναγνωρίζουν τις σχέσεις αλληλεπίδρασης ανάμεσα στους πληθυσμούς μιας βιοκοινότητας ως σχέσεις ανταγωνισμού για τροφή, χώρο και αναπαραγωγή.
- Διακρίνουν τους διαφορετικούς τρόπους αλληλεπίδρασης των πληθυσμών: διαειδικός ανταγωνισμός, θήρευση, παρασιτισμός, σχέσεις συμβίωσης.
- Αναγνωρίζουν τους μηχανισμούς αυτορρύθμισης σε επίπεδο οργανισμού.
- Αναγνωρίζουν τους μηχανισμούς αυτορρύθμισης σε επίπεδο οικοσυστήματος περιγράφοντας την έννοια της ισορροπίας.
- Περιγράφουν με παραδείγματα τη λειτουργική διαφοροποίηση και προσαρμογή των οργανισμών σε διαφορετικά περιβάλλοντα.
- Αναζητούν μηχανισμούς για να ερμηνεύσουν την εξέλιξη των οργανισμών.
- Αναγνωρίζουν τη γενετική ποικιλομορφία των οργανισμών ως αποτέλεσμα εξελικτικής πορείας κάποιου μακρινού κοινού προγόνου.

- Αξιοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους για να αναλύουν δεδομένα σχετικά με την κοινή καταγωγή των οργανισμών.

- Αξιοποιούν τις γνώσεις τους σχετικά με το παράδειγμα της εξέλιξης του ανθρώπου για να μελετήσουν την εξέλιξη μέσα στο είδος.

- Αξιοποιούν τις γνώσεις τους σχετικά με την εξέλιξη στα διαφορετικά είδη μέσα από το παράδειγμα της εξέλιξης του αναπνευστικού συστήματος σε διαφορετικούς οργανισμούς.

Γ' τάξη

Στη Γ' τάξη, με θεματικό άξονα «Ανακαλύπτοντας τη Βιολογία από την αρχή - Βιολογία Συστημάτων», επιδιώκεται οι μαθητές/-τριες να μελετήσουν τις θεμελιώδεις αρχές της Βιολογίας μέσα από μία σύγχρονη οπτική, που προσεγγίζει τη Βιολογία Συστημάτων, αξιοποιώντας εργαλεία βιοπληροφορικής (Μεγάλα δεδομένα) και αναδεικνύοντας ανάλογες εφαρμογές. Οι βιολογικές διεργασίες που εξασφαλίζουν την αποθήκευση, τη διατήρηση, την έκφραση και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας, οι κυτταρικές αλληλεπιδράσεις και ο μεταβολισμός, σε επίπεδο ατόμων, πληθυσμών και οικοσυστημάτων αποτελούν αντικείμενα μελέτης της συγκεκριμένης τάξης. Παράλληλα, αιτιολογείται με την ανάλυση παραδειγμάτων η ανάγκη συγκέντρωσης πολλών δεδομένων για την επίλυση βιολογικών προβλημάτων. Η Γονιδιωματική, η Μεταγραφωμική, η Πρωτεωμική, η Φαινωμική, η Μεταβολωμική, η Συνδεωμική και η Μεταγονιδιωματική μελετώνται ως τομείς της Βιολογίας Συστημάτων και σε κάθε περίπτωση αναλύονται σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης (-omics), που στοχεύουν στην ολιστική μελέτη των βιολογικών δομών και διεργασιών. Τέλος, περιλαμβάνονται παραδείγματα εφαρμογών των μεθόδων - omics στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου (υγεία, διατροφή και περιβάλλον).

Οι μαθητές/-τριες ενθαρρύνονται μέσα από σχεδιασμένες δραστηριότητες στη βιωματική και ενεργητική προσέγγιση της γνώσης, καθώς και στην εξοικείωση με την εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου στη μελέτη θεμάτων Βιολογίας. Παράλληλα επιδιώκεται η καλλιέργεια ικανοτήτων για σχεδιασμό έρευνας, για συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση και αξιολόγηση δεδομένων από πρωτογενείς και δευτερογενείς διαφορετικές πηγές, όπως συνεντεύξεις από ειδικούς, από επιστήμονες, αξιοποίηση έγκυρων ιστοσελίδων διαδικτύου, μουσείων, επιστημονικών φόρα, βιβλιοθηκών, ερευνητικών κέντρων κλπ. Παράλληλα επιδιώκεται οι μαθητές/-τριες να προβληματιστούν για τις επιπτώσεις των σύγχρονων εφαρμογών και ανακαλύψεων της Βιολογίας, που ενδεχομένως να εγείρουν ηθικά ζητήματα και να προκαλούν τον βιοηθικό προβληματισμό.

Οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:

- Αξιοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους για να αναλύουν δεδομένα σχετικά με τη μορφή και τον τύπο των νουκλεϊκών οξέων σε ευκαρυωτικούς και προκαρυωτικούς οργανισμούς και ιούς.

- Αναφέρουν τις βασικές λειτουργίες του γενετικού υλικού και να διατυπώνουν τη σύγχρονη εκδοχή του Κεντρικού Δόγματος της Βιολογίας.



- Περιγράφουν τη διαδικασία της αντιγραφής, της μεταγραφής και της μετάφρασης της γενετικής πληροφορίας.

- Αναφέρουν παραδοσιακές μεθόδους ανάλυσης των DNA, RNA, πρωτεϊνών και μεταβολιτών, καθώς και τις μεθόδους ανάλυσης της Βιολογίας Συστημάτων και να συγκρίνουν το μέγεθος της πληροφορίας που παρέχουν και τη δυνατότητα συσχετισμών που προσφέρουν.

- Ορίζουν τους τομείς της Βιολογίας Συστημάτων: Γονιδιωματική, Μεταγραφωμική, Πρωτεωμική, Φαινωμική, Μεταβολωμική, Συνδεωμική και Μεταγονιδιωματική.

- Αναγνωρίζουν τη συμβολή της βιοπληροφορικής στην επεξεργασία του μεγάλου όγκου δεδομένων, που προκύπτουν από τις μεθόδους της Βιολογίας Συστημάτων.

- Αξιοποιούν την πληροφορία που παρέχει η Βιολογία Συστημάτων για τη μελέτη των εξελικτικών σχέσεων των οργανισμών.

- Αναγνωρίζουν τον ρόλο δομικών και λειτουργικών μορίων (πρωτεΐνες και μεταβολίτες) στην εύρυθμη λειτουργία και την επικοινωνία των κυττάρων.

- Συσχετίζουν την ποικιλότητα των χαρακτηριστικών με τις διαφορετικές κατηγορίες γονιδίων και να χρησιμοποιούν τους νόμους της κληρονομικότητας για την πρόβλεψη των χαρακτηριστικών σε γονείς και απογόνους.

- Αναζητούν μηχανισμούς αλλαγής της γενετικής πληροφορίας, να τους συσχετίζουν με την ποικιλομορφία και την εμφάνιση ασθενειών στους οργανισμούς και να εντοπίζουν τις διαφορές στον μηχανισμό των επιγενετικών διεργασιών.

- Ορίζουν την έννοια του μεταβολισμού, να περιγράφουν μεταβολικά μονοπάτια και να αναγνωρίζουν τον ρόλο των μεταβολιτών για την πραγματοποίηση βιοχημικών αντιδράσεων στους οργανισμούς.

- Αναγνωρίζουν την ανάγκη διακυτταρικής επικοινωνίας για τη φυσιολογική λειτουργία των κυττάρων και των ιστών και να δίνουν παραδείγματα του μηχανισμού της κυτταρικής σηματοδότησης και επικοινωνίας.

- Αξιοποιούν τις γνώσεις τους σχετικά με τη συχνότητα εμφάνισης των γονιδίων στους πληθυσμούς προκειμένου να μελετήσουν τη βιοποικιλότητα και την ισορροπία στα οικοσυστήματα.

- Αναγνωρίζουν τους διαφορετικούς τρόπους αλληλεπίδρασης των πληθυσμών μεταξύ τους και να προσδιορίζουν τους μηχανισμούς ρύθμισης του πληθυσμιακού μεγέθους.

- Αναγνωρίζουν τις εφαρμογές της βιοτεχνολογίας ως αποτέλεσμα των τεχνικών της γενετικής μηχανικής και να αναφέρουν εφαρμογές της στην υγεία, στη γεωργία στην κτηνοτροφία, στη βιομηχανία και στο περιβάλλον.

- Προσδιορίζουν εφαρμογές των σύγχρονων μεθόδων ανάλυσης (-omics) στην κλινική διάγνωση και πρόγνωση ασθενειών, στη φαρμακογονιδιωματική, στον έλεγχο τοξικότητας φαρμάκων/τροφίμων και στις επιστήμες διατροφής.

#### Δ. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΛΑΙΣΙΩΣΗ - ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΣΗΣ

Η ταχύτατη ανάπτυξη της επιστήμης της Βιολογίας τις τελευταίες δεκαετίες και η διαρκώς ανανεούμενη επιστημονική γνώση και πληροφορία φέρνουν στο προσκήνιο την άμεση ανάγκη να δοθεί έμφαση στην εξοικείωση των

μαθητών/-τριών - στα πλαίσια του βιολογικού και του ευρύτερου επιστημονικού εγγραμματισμού- με την επιστημονική μέθοδο και την προσέγγιση της νέας γνώσης.

Το νέο ΠΣ της Βιολογίας Λυκείου λειτουργεί ως κινητήρια δύναμη για την ανανέωση και ενδυνάμωση του σχολικών γνώσεων της Βιολογίας. Έχοντας πάντοτε ως αρχική και βασική επιδίωξη την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών αποτελεσμάτων από το επιστημονικό πεδίο της Βιολογίας, οι εκπαιδευτικοί με το νέο ΠΣ θα δημιουργήσουν το κατάλληλο παιδαγωγικό κλίμα, ώστε η σχολική τάξη να αποτελέσει το εργαστήριο επικοινωνίας, επιστημονικού/βιολογικού εγγραμματισμού και καλλιέργειας των μαθητών/-τριών. Η γνώση προσεγγίζεται μέσω διερευνητικής μάθησης, με ομαδοσυνεργατικό τρόπο, διαθεματικά και βιωματικά. Η προσέγγιση αυτή θα εξασφαλίσει στους/στις μαθητές/-τριες όχι μόνο το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο, αλλά και τη διά βίου δεξιότητα κατάκτησης και αξιοποίησης της επιστημονικής γνώσης.

Ο διδακτικός προσανατολισμός του νέου ΠΣ Βιολογίας επιδιώκει να δώσει ερεθίσματα, κατευθύνσεις και αρχές, κίνητρα και μεθοδολογικά εργαλεία για την επίτευξη της αποτελεσματικής διδασκαλίας και μάθησης και να συμβάλει:

- στην εξοικείωση με βασικές έννοιες, διαδικασίες και φαινόμενα της Βιολογίας, ώστε οι μαθητές/-τριες να κατανοούν την πολυπλοκότητά τους, την αλληλεξάρτηση και ακολούθως, να οικοδομούν σταδιακά τις επιδιωκόμενες γνωστικές, μεταγνωστικές και άλλες δεξιότητες και ικανότητές τους,

- στη διασύνδεση της νέας γνώσης με τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών/-τριών μέσω πολλαπλών προσεγγίσεων, ανάλογα με τις ανάγκες, τις δυνατότητες και τα ενδιαφέροντά τους,

- στην εξοικείωση με τα βήματα της διερευνητικής μάθησης, διεξάγοντας μικρής κλίμακας έρευνες (αναγνώριση προβλήματος, διατύπωση ερωτήματος, διαμόρφωση υπόθεσης και πρόβλεψη, έλεγχος υπόθεσης με σχεδιασμό πειράματος ή μέσω παρατήρησης, επιβεβαίωση και συμπεράσματα ή απόρριψη και νέα εναλλακτική υπόθεση),

- στην ανάπτυξη στρατηγικών διαφοροποιημένης διδασκαλίας, αξιοποιώντας εναλλακτικές πρακτικές και ποικίλα διδακτικά εργαλεία,

- στην ενθάρρυνση του κριτικού στοχασμού επί των γνωστικών διαδικασιών και πρακτικών,

- στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας,

- στη χρήση κατάλληλων ψηφιακών εργαλείων, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα της ηλεκτρονικής μάθησης και τα διαθέσιμα ψηφιακά εργαλεία.

Στα πλαίσια αυτά του σχεδιασμού μάθησης στο νέο ΠΣ σπουδών της Βιολογίας Λυκείου λήφθηκαν υπόψη α) οι ανάγκες, οι δυνατότητες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών/-τριών, με βάση τα ηλικιακά χαρακτηριστικά τους και σε συνάρτηση με το κοινωνικό περιβάλλον, β) οι αρχές και οι θεωρίες μάθησης, γ) η διδακτική μεθοδολογία και δ) η ανάγκη για τη σύνδεση θεωρίας και πράξης και δόθηκε έμφαση στην εφαρμογή διερευνητικών μεθόδων μάθησης, όπως αναλύεται στη συνέχεια.

Έτσι, προτείνεται η αξιοποίηση ποικίλων διδακτικών μεθόδων για την προαγωγή της συνεργατικής μάθησης και την καλλιέργεια της μάθησης μέσω αυτενέργειας, όπως:

- Διερευνητική μέθοδος
- Επίλυση προβλήματος
- Βιωματική μέθοδος
- Μέθοδος πρότζεκτ.

Αναλυτικότερα, η διερευνητική μέθοδος που προτείνεται στο παρόν ΠΣ υιοθετείται ως στρατηγική διδασκαλίας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά περίπτωση ή σε συνδυασμό με τις άλλες που αναφέρονται στη συνέχεια, υπό την έννοια της διερεύνησης και ανακάλυψης της γνώσης. Η οπτική αυτή της ενεργητικής προσέγγισης της γνώσης υποστηρίζεται από το νέο ΠΣ της Βιολογίας, έχοντας στόχο να ενεργοποιήσει τους/τις μαθητές/-τριες να αναγνωρίζουν τα προβλήματα και να διατυπώνουν ερωτήσεις και υποθέσεις, τις οποίες θα είναι ικανοί/-ές να ελέγξουν φτάνοντας σε συμπεράσματα και τελικά να «μάθουν πώς να μαθαίνουν».

Οι δραστηριότητες που προτείνονται και παισιώνουν τις Θεματικές Ενότητες του νέου ΠΣ διευκολύνουν τη δημιουργία αλληλεπιδραστικών περιβαλλόντων μάθησης στη σχολική τάξη, ώστε οι μαθητές/-τριες να αναπτύσσουν ανώτερου τύπου δεξιότητες και να δραστηριοποιούνται. Ειδικότερα, ο προτεινόμενος διερευνητικός τρόπος προσέγγισης εξασφαλίζει τη δυνατότητα να αναπτύξουν τις τέσσερις βασικές δεξιότητες: τη συνεργασία, την επικοινωνία, την κριτική σκέψη και τη δημιουργικότητα. Οι δεξιότητες αυτές διευκολύνουν την ανάπτυξη και άλλων σύγχρονων δεξιοτήτων, όπως η κατανόηση σύγχρονων προκλήσεων της επιστήμης, η ανάπτυξη πρωτοβουλίας και ο ψηφιακός και τεχνολογικός εγγραμματισμός.

Η διερευνητικού τύπου μαθησιακή διαδικασία αξιοποιείται ως εκπαιδευτική εκδοχή της επιστημονικής μεθόδου της έρευνας και προσομοιάζει με την επιστημονική μέθοδο της έρευνας στην εκπαιδευτική διασκευή, αντικαθιστώντας τον όρο «έρευνα» με τον όρο «διερεύνηση». Ο βασικοί στόχοι είναι αφενός η απομάκρυνση των μαθητών/-τριών από τεχνικές στείρας αναπαραγωγής γνώσεων και αφετέρου η παρότρυνση των μαθητών/-τριών για ανακαλυπτική και ενεργητική μάθηση, διαδικασία που ενισχύει την ανάπτυξη κριτικής σκέψης.

Η αποδοτικότητα μιας διερευνητικής διδασκαλίας της Βιολογίας σχετίζεται με τη εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών, που καθιστούν εφικτή τη διερεύνηση της γνώσης από τους/τις μαθητές/-τριες. Στο νέο ΠΣ προτείνονται πρακτικές που δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες, όπως για παράδειγμα η προσέγγιση της γνώσης μέσα από παρατηρήσεις, συγκρίσεις, μετρήσεις, προβλέψεις, επίλυση προβλήματος κ.λπ.

Στο πεδίο των Φ.Ε. το πείραμα αποτελεί εγγενές στοιχείο της επιστημονικής μεθοδολογίας. Στο νέο ΠΣ της Βιολογίας ενεργοποιούνται όλες οι εργαστηριακές προσεγγίσεις των ζητημάτων (φυσικό ή εικονικό εργαστήριο), που θα βοηθήσουν τους/τις μαθητές/-τριες να γνωρίσουν ουσιαστικά την ίδια τη μέθοδο-πορεία με την οποία παράχθηκαν οι γνώσεις της σύγχρονης Βιολογίας που θα διδαχθούν.

Η πειραματική διερευνητική μάθηση συνδυάζεται είτε με αντίστοιχες προτεινόμενες πειραματικές δραστηριότητες στο σχολικό εργαστήριο είτε με την αξιοποίηση κατάλληλων λογισμικών και ψηφιακών πόρων και περιβαλλόντων γενικότερα. Ακόμη και όταν ο πειραματισμός για τα ζητήματα της σύγχρονης Βιολογίας δεν είναι εφικτός στο σχολικό εργαστήριο (εξειδικευμένες εργαστηριακές τεχνικές) οι μαθητές/-τριες θα έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν ενεργητικά πρωτοβουλίες με την αξιοποίηση κατάλληλων ψηφιακών πόρων και εργαλείων, όπως οι δυναμικές αναπαραστάσεις και οι προσομοιώσεις. Με τις αναπαραστάσεις αυτές γίνονται προσιτές και ορατές οι εργαστηριακές τεχνικές και τα πειράματα, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην κατανόηση των σχετικών βιολογικών διαδικασιών, ενώ ταυτόχρονα οι μαθητές/-τριες καταφέρνουν να ερευνήσουν και να αποκτήσουν ενεργό και ουσιαστικό ρόλο στη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης.

Ακολουθώντας την πορεία διερεύνησης (ορισμός ερωτήματος, διατύπωση υπόθεσης, σχεδιασμός έρευνας, διεξαγωγή έρευνας, αποτελέσματα, επιβεβαίωση/απόρριψη υπόθεσης, συμπεράσματα), ενισχύεται η εξοικείωση των μαθητών/-τριών με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και οργάνωσης. Οι μαθητές/-τριες μαθαίνουν να εφαρμόζουν την επιστημονική μεθοδολογία και να αξιοποιούν ενεργά στοιχεία της επιστήμης της Βιολογίας, αποκτώντας την αίσθηση ότι ενεργοποιούνται στην ίδια την επιστήμη.

Παράλληλα, η διερευνητική μέθοδος, όπως φαίνεται και μέσα από τις περισσότερες προτεινόμενες δραστηριότητες του νέου ΠΣ, ενισχύεται από το ομαδοσυνεργατικό μοντέλο οργάνωσης της τάξης. Η προαγωγή της συνεργατικής μάθησης ενισχύεται με την οργάνωση των μαθητών/-τριών σε ομάδες εργασίας στις οποίες αναπτύσσουν πρωτοβουλίες.

Με τον τρόπο αυτό ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού παύει να είναι αυστηρά καθοδηγητικός και αποκτά χαρακτηριστή συμβουλευτική και ενθαρρυντική, μετατρέπεται δηλαδή από απλό φορέα γνώσεων σε συνεργάτη στη διαδικασία προσέγγισης της γνώσης. Ο/Η εκπαιδευτικός συνεισφέρει στην οργάνωση της διδακτικής διαδικασίας ως συνεργάτης που συμβουλεύει, συζητά ή και θέτει προβλήματα προς διερεύνηση, διευκολύνει την αντιμετώπιση και επίλυση των προβληματισμών που γεννιούνται, ενθαρρύνει και εμπυχώνει τις ομάδες, συντονίζοντας διακριτικά τη μαθησιακή πορεία.

Οι ομαδικές δραστηριότητες σχεδιάζονται ώστε να διευκολύνουν τις γνωστικές αλληλεπιδράσεις και να προσφέρουν ευκαιρίες για ανταλλαγή ιδεών, για υπεράσπιση αλλά και αντίκρουση ισχυρισμών, για ελεύθερη διατύπωση απόψεων. Η εργασία στο πλαίσιο μιας ομάδας διευκολύνει τη μελέτη οποιοδήποτε βιολογικού θέματος, καθώς αυτό προσεγγίζεται διαμέσου πολλαπλών οπτικών και με τον τρόπο αυτό προσφέρονται ευκαιρίες για ανταλλαγή ιδεών και διατύπωση απόψεων, σχετικά με τα ζητήματα της σύγχρονης Βιολογίας που πραγματεύεται το νέο ΠΣ.

Η διδακτική μέθοδος της επίλυσης προβλήματος επιλέγεται επίσης στο νέο ΠΣ Βιολογίας, καθώς ενισχύει την

εμπλοκή των μαθητών/-τριών στην επίλυση αυθεντικών βιολογικών προβλημάτων, τα οποία στη σύγχρονη κοινωνία ανακύπτουν διαρκώς και απαιτούν δεξιότητες βιολογικού εγγραμματισμού για την αντιμετώπισή τους. Στην κατεύθυνση αυτή στο νέο ΠΣ προτείνονται -στα πλαίσια της ερευνητικής ενεργητικής μάθησης- ζητήματα που θα ενισχύσουν την ενθάρρυνση του διαλόγου μεταξύ των μαθητών και θα τους οδηγήσουν στην εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων της επιστήμης. Η ενίσχυση της κριτικής σκέψης και η αξιοποίηση της επιστημονικής μεθοδολογίας θα βοηθήσουν τους/τις μαθητές/-τριες που θα έρθουν σε επαφή με ένα πρόβλημα να κινητοποιηθούν, να διερευνήσουν, να συνεργαστούν, να εφαρμόσουν και να οδηγηθούν στο Προσδοκώμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα στο πεδίο της Βιολογίας.

Στα πλαίσια της κυρίαρχης διερευνητικής στρατηγικής του νέου ΠΣ αξιοποιείται και η βιωματική μέθοδος διδασκαλίας, η οποία αξιοποιεί τα νοητικά σχήματα και τη βιωματική εμπειρία των μαθητών/-τριών, καθώς αυτοί/-ές συμμετέχουν σε διεργασίες επικοινωνίας και δημιουργικότητας. Οι μαθητές/-τριες γίνονται το κέντρο της μάθησης και έρχονται αντιμέτωποι/-ες με βιωματικό τρόπο με τις σύγχρονες εξελίξεις της Βιολογίας. Η βιωματική προσέγγιση επιτυγχάνεται μέσα από προτεινόμενες ομαδικές δραστηριότητες, που ενισχύουν τη βιωματική μάθηση, αναλαμβάνοντας ουσιαστικά να καταστήσουν τα βιώματα αντικείμενο αναζήτησης και διδακτικής δράσης, καθώς οι μαθητές/-τριες, συμμετέχοντας σε ομαδικές επικοινωνιακού τύπου δραστηριότητες, αποκτούν προσωπική εμπειρία για τα ζητήματα της Βιολογίας.

Στο συνεργατικό πλαίσιο της διερευνητικής μάθησης, οι ομαδικές βιωματικές δραστηριότητες είναι κατάλληλα σχεδιασμένες για την ενεργό εμπλοκή των μαθητών/-τριών, όπως μέσα από εργασίες ρόλων, αντιλογίες, δραστηριότητες παιγνιώδους μάθησης κ.λπ., οι οποίες ευνοούν την ανάπτυξη ικανοτήτων επιχειρηματολογίας και δεξιοτήτων επικοινωνίας. Διαμέσου της βιωμένης προσωπικής εμπειρίας οι μαθητές/-τριες συνειδητοποιούν τις πρακτικές πτυχές της επιστήμης, συνδέοντας τη θεωρητική με την πρακτική προσέγγιση της γνώσης. Οι μαθητές/-τριες με τις βιωματικού τύπου προτεινόμενες δραστηριότητες αυτενεργούν και επικοινωνούν άμεσα με την επιστήμη της Βιολογίας και τις εφαρμογές της στην καθημερινή ζωή.

Συνδυαστικά με τη βιωματική μέθοδο πολλές από τις σύγχρονες εφαρμογές της Βιολογίας που αναδύονται από το νέο ΠΣ προσεγγίζονται ευκολότερα με την εφαρμογή της διδακτικής μεθόδου πρότζεκτ. Η ερευνητική αυτή διδακτική μέθοδος στην τάξη συνεισφέρει στον συνδυασμό θεωρίας και πράξης, ενεργοποιώντας τους/τις μαθητές/-τριες σε μια ερευνητική πορεία ανακάλυψης της πληροφορίας και της γνώσης, ενεργοποιώντας την ερευνητική τους διάθεση και το ερευνητικό δυναμικό τους.

Η μέθοδος πρότζεκτ αξιοποιείται στο νέο ΠΣ, καθώς προσφέρει κατευθύνσεις και ιδέες για καινοτόμα ερευνητικά θέματα Βιολογίας, για τη δημιουργία μαθητικών ερευνητικών εργασιών. Διαμέσου της πορείας διερεύνη-

σης - επίλυσης επιλεγμένων θεμάτων και παρουσίαση του σχεδίου εργασίας ή/και μαθητικών «κατασκευών» και δημιουργημάτων, οι μαθητές/-τριες αναπτύσσουν κριτική σκέψη, δημιουργικότητα και δεξιότητες επικοινωνίας.

Οι ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες ενδείκνυνται για την εκπόνηση σχεδίων εργασίας, τα οποία προσφέρονται επίσης για την οργάνωση δραστηριοτήτων διαθεματικού χαρακτήρα. Η διαθεματικότητα των ζητημάτων της σύγχρονης Βιολογίας, όπως αναδεικνύεται από το νέο ΠΣ, διευκολύνει τη συσχέτιση γνώσεων της Βιολογίας με γνώσεις από διαφορετικά διδακτικά αντικείμενα και με εμπειρίες από την καθημερινή ζωή. Μέσα από τις προτεινόμενες διαθεματικού τύπου δραστηριότητες επιτρέπεται σε όλους/-ες τους/τις μαθητές/-τριες, ανεξαρτήτως μαθησιακών διαφορών, η ενασχόληση με δράσεις εναλλακτικού τύπου, οι οποίες συνεισφέρουν σημαντικά στη ολόπλευρη καλλιέργεια των μαθητών/-τριών, καθώς συμβάλλουν στην καλλιέργεια δεξιοτήτων όπως η δεξιότητα επικοινωνίας (γραφτός και προφορικός λόγος, διάλογος, επιχειρηματολογία), αλλά και ικανοτήτων όπως η ικανότητα της αξιοποίησης πολλαπλών πηγών πληροφορίας, η ικανότητα κριτικής επεξεργασίας των πληροφοριών αυτών, καθώς και η δυνατότητα να διαμορφώσουν μια προσωπική άποψη επιστημονικά τεκμηριωμένη.

Το θεμελιώδες αίτημα πραγμάτωσης της διερευνητικής μάθησης, όπως προτείνεται από το νέο ΠΣ, σε συνδυασμό με τις διδακτικές μεθόδους της επίλυσης προβλήματος, της βιωματικής μεθόδου και της μεθόδου πρότζεκτ, απαιτεί να δοθούν κίνητρα και ερεθίσματα για προσωπική και ομαδική εργασία σε προέκταση της διδασκαλίας και συνιστά τη βασική καινοτομία του νέου ΠΣ της Βιολογίας.

Επιδιώκεται η εμπλοκή των μαθητών/-τριών σε δραστηριότητες που οδηγούν σε εμπέδωση της μάθησης, εμπάθυνση και διεύρυνση, αναλυτική και συνθετική θεώρηση, ανάδειξη θεμάτων, επίλυση προβλημάτων, άσκηση και μύηση στους μηχανισμούς διατύπωσης του ερωτήματος, των υποθέσεων και των συνδυαστικών αναγωγών.

Οι προτεινόμενες καινοτόμες προσεγγίσεις, εμπνέοντας τους/τις εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/-τριες, μπορούν να αποβούν κινήτρια δύναμη για την ουσιαστικότερη αλλαγή της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας της Βιολογίας στο Λύκειο.

#### Ε. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αξιολόγηση της επίτευξης του εύρους των μαθησιακών αποτελεσμάτων, όπως καθορίζονται από το ΠΣ της Βιολογίας, στοχεύει στην ανατροφοδότηση του/της εκπαιδευτικού και των μαθητών/-τριών σε σχέση με τη μαθησιακή διαδικασία και είναι συνεχής, εξελισσόμενη σε όλα τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας, διακρίνεται δε σε διαγνωστική (αρχική), διαμορφωτική και τελική.

Επομένως, η αξιολόγηση στο νέο ΠΣ αποτελεί ένα εργαλείο μάθησης που μπορεί να λειτουργήσει έτσι, ώστε να βελτιώσει τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις ικανότητες συνεργασίας, επίλυσης προβλημάτων, δημιουργικότητας και αυτορρύθμισης των μαθητών/-τριών και παράλ-

ληλα μπορεί να έχει χαρακτήρα ανατροφοδότησης, που θα συνεισφέρει καθοριστικά στην επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Βασικός στόχος της διδασκαλίας της Βιολογίας είναι η απόκτηση γνώσεων, η καλλιέργεια ικανοτήτων, δεξιοτήτων και στάσεων, καθώς και η κριτική προσέγγιση των θεμάτων της βιοεπιστήμης σε περιβάλλοντα καθημερινής ζωής. Η αξιολόγηση αφορά επομένως την κατανόηση και αξιοποίηση της γνώσης και των ικανοτήτων και όχι την απομνημόνευση και την αναπαραγωγή της γνώσης.

- Η διαγνωστική αξιολόγηση αναφέρεται στην ανίχνευση των πρότερων γνώσεων, των εναλλακτικών ιδεών και δεξιοτήτων των μαθητών/-τριών από τον/την εκπαιδευτικό, τα αποτελέσματα της οποίας αξιοποιεί ο/η εκπαιδευτικός για να σχεδιάσει τη διδασκαλία με στόχο την επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Η τεχνική του καταγίσιμου ιδεών, ένα σύντομο ερωτηματολόγιο, ένα τεστ αποτελούν τεχνικές αρχικής αξιολόγησης.

- Η διαμορφωτική αξιολόγηση για τη μάθηση εστιάζει στη μαθησιακή διαδικασία και τη μαθησιακή πρόοδο και θεωρείται εγγενές μέρος της. Είναι συνεργατική, αφού εκπαιδευτικοί και μαθητές/-τριες γνωρίζουν πού κατευθύνονται, κατανοούν τις μαθησιακές ανάγκες και χρησιμοποιούν τις πληροφορίες που αφορούν την αξιολόγηση ως ανατροφοδότηση, για να καθοδηγήσουν και να προσαρμόσουν ό,τι κάνουν με στόχο την ικανοποίηση των εν λόγω αναγκών. Είναι ρευστή, συνεχής διαδικασία, που επηρεάζεται από τις ανάγκες των μαθητών/-τριών και την ανατροφοδότηση του/της εκπαιδευτικού. Εκπαιδευτικοί και μαθητές/-τριες αναλαμβάνουν τον ρόλο του ατόμου που μαθαίνει ενσυνείδητα και χρησιμοποιούν τα στοιχεία που συγκεντρώνουν προκειμένου να προβούν σε προσαρμογές που στηρίζουν τη διαρκή βελτίωση.

Η ανάπτυξη στους/στις μαθητές/-τριες δεξιοτήτων αυτοαξιολόγησης επιτρέπει να αποτιμούν οι ίδιοι/-ες την πορεία μάθησής τους, επισημαίνοντας τα κενά στην κατανόηση, προκειμένου να γίνεται από τον/την εκπαιδευτικό η ανάλογη προσαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Οι μαθητές/-τριες αξιολογούν οι ίδιοι/-ες το έργο που παράγουν ως άτομα και ως μέλη ομάδας, συμβάλλοντας έτσι στην προσωπική τους ανάπτυξη, είναι ενεργοί/-ές να αλληλεπιδρούν με τους/τις συμμα-

θητές/-τριές τους, να στοχάζονται επί της μάθησης και να κατευθύνουν τη δική τους μάθηση ανάλογα.

Η διαμορφωτική αξιολόγηση της μάθησης στοχεύει στη μέτρηση και τον έλεγχο του βαθμού επιτυχούς απόδοσης των μαθητών/-τριών και διεξάγεται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να εξασφαλιστούν στιγμιότυπα του τι πρόοδος έχει γίνει, εστιάζει στα προϊόντα της μάθησης και εκτελείται μετά τον κύκλο της διδασκαλίας-μάθησης. Είναι κατευθυνόμενη από τον/την εκπαιδευτικό, ο/η οποίος/-α αναθέτει στους/στις μαθητές/-τριες την εργασία που πρέπει να κάνουν και στη συνέχεια αξιολογεί πόσο καλά την ολοκλήρωσαν.

Επομένως στη διαμορφωτική αξιολόγηση ο/η εκπαιδευτικός αφενός μεν αξιοποιεί τα αποτελέσματά της και αναπροσαρμόζει κατάλληλα τις διδακτικές προσεγγίσεις, ώστε οι μαθητές/-τριες να ανταποκρίνονται με επιτυχία στους προβλεπόμενους στόχους για τη διδασκαλία, αφετέρου δε ελέγχει την πορεία των μαθητών/-τριών προς την κατάκτηση των εκπαιδευτικών στόχων.

Στην τελική αξιολόγηση, δηλαδή στο τέλος μιας μαθησιακής διαδικασίας, στο τέλος μιας ενότητας ή μιας χρονικής περιόδου, ο/η εκπαιδευτικός αξιολογεί τη συνολική επίδοση των μαθητών/-τριών κυρίως την τεκμηριωμένη γνώση, τις δεξιότητες και τη μεταγνώση. Συνδέεται με την αποτίμηση των διαφόρων διαστάσεων της εργασίας των μαθητών/-τριών στο μάθημα, όπως συμμετοχή στη διδακτικομαθησιακή διαδικασία, επίλυση ασκήσεων και προβλημάτων, συμμετοχή σε έρευνες και παρουσίαση των αποτελεσμάτων τους, συνθετικές εργασίες, ικανότητα επικοινωνίας και συνεργασίας στην ομάδα.

Τεχνικές και εργαλεία αξιολόγησης μιας μαθησιακής διαδικασίας, μιας ενότητας μαθήματος, μιας ατομικής ή ομαδικής ερευνητικής εργασίας, μιας διαδικασίας επίλυσης ασκήσεων και προβλημάτων, μιας συνθετικής εργασίας, καθώς και της ικανότητας επικοινωνίας και συνεργασίας στην ομάδα, αποτελούν η παρατήρηση, οι στοχευμένες ερωτήσεις, οι εννοιολογικοί χάρτες, τα κατάλληλα διαμορφωμένα φύλλα εργασίας, οι ολιγόλεπτες και ανακεφαλαιωτικές γραπτές δοκιμασίες επίδοσης, τα pre- και post-test για τα σχέδια εργασίας, ο προσωπικός φάκελος εργασιών του/της μαθητή/-τριας, οι πίνακες διαβαθμισμένων κριτηρίων, με στόχο την παρώθηση συμμετοχής των μαθητών/-τριών και τη βελτίωση του γνωστικού και μεταγνωστικού επιπέδου τους.

## ΣΤ. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΒΙΟΛΟΓΙΑ – Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ		
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα
		Οι μαθητές/-τριες είναι σε θέση να:
1. Ζωντανοί οργανισμοί - Εισαγωγικές έννοιες	1.1 Ιδιότητες της ζωής.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τις ιδιότητες των ζωντανών οργανισμών.</li> </ul>
	1.2 Βασίλεια – Οικογένειες – Γένη – Είδη.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν την ανάγκη ταξινόμησης για τη μελέτη των ζωντανών οργανισμών.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τις βασικές ταξινομικές βαθμίδες των οργανισμών, ξεκινώντας από τα είδη και καταλήγοντας στα βασίλεια οργανισμών.</li> <li>• Χρησιμοποιούν κριτήρια για την κατάταξη οργανισμών στις διαφορετικές ταξινομικές βαθμίδες με έμφαση στο είδος.</li> </ul>
	1.3 Φυλογενετικά δέντρα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναλύουν φυλογενετικά δέντρα για την εύρεση συγγενικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών.</li> <li>• Διαπιστώνουν την κοινή καταγωγή μεταξύ διαφορετικών ειδών.</li> <li>• Σχεδιάζουν φυλογενετικά δέντρα όταν τους δίνονται κατάλληλα δεδομένα.</li> </ul>
2. Φυτικοί οργανισμοί 2.1. Οργάνωση της ζωής	2.1.1 Φυλογενετικό δέντρο φυτικών οργανισμών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αξιοποιούν το φυλογενετικό δέντρο των οργανισμών για να εντοπίσουν το Βασίλειο των Φυτικών Οργανισμών και να μελετήσουν τις διαφορετικές τους κατηγορίες.</li> </ul>
	2.1.2 Φυτικό κύτταρο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν το φυτικό κύτταρο, αναδεικνύοντας τις δομές και τα οργανίδια που είναι χαρακτηριστικά για τη λειτουργία του.</li> <li>• Συσχετίζουν διαφορετικούς τύπους φυτικών κυττάρων με τη λειτουργία τους στους φυτικούς οργανισμούς.</li> <li>• Σημειώνουν ενδείξεις σε απεικονίσεις φυτικών κυττάρων όπως προκύπτουν ύστερα από μικροσκοπική παρατήρηση.</li> </ul>
	2.1.3 Μονοκύτταροι – Πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν παραδείγματα μονοκύτταρων φυτικών οργανισμών.</li> <li>• Αναφέρουν τις διαφορές στη δομή και την οργάνωση μονοκύτταρων και πολυκύτταρων φυτικών οργανισμών.</li> <li>• Εξηγούν τους λόγους διαφορετικής οργάνωσης μονοκύτταρων και πολυκύτταρων φυτικών οργανισμών.</li> <li>• Αναφέρουν διαφορετικές κατηγορίες πολυκύτταρων φυτικών οργανισμών (π.χ. σπερματόφυτα, ανθόφυτα).</li> </ul>
	2.1.4 Φυτικοί ιστοί.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σημειώνουν τους διαφορετικούς φυτικούς</li> </ul>

		ιστούς σε μικροσκοπικές απεικονίσεις και να αναφέρουν τον ρόλο τους.
	2.1.5 Όργανα φυτικών οργανισμών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διακρίνουν τα όργανα των φυτικών οργανισμών και να εξηγούν τον ρόλο τους.</li> </ul>
	2.1.6 Βλάστηση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να ορίζουν τη βλάστηση ως το σύνολο των φυτικών ειδών και να τη συσχετίζουν με γεωλογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά.</li> </ul>
2.2 Θρέψη	2.2.1 Μεταβολισμός: Αναβολισμός – Καταβολισμός.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τον μεταβολισμό ως το σύνολο αντιδράσεων διάσπασης (καταβολισμός) και σύνθεσης (αναβολισμός) ουσιών.</li> </ul>
	2.2.2 Το ATP ως ενεργειακό νόμισμα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν το ATP ως το ενεργειακό νόμισμα του οργανισμού και να το συσχετίζουν με τις αντιδράσεις αναβολισμού και καταβολισμού.</li> </ul>
	2.2.3 Κυτταρική αναπνοή στα φυτά.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν την κυτταρική αναπνοή με τη διαδικασία παραγωγής ενέργειας στα φυτικά κύτταρα και να εντοπίζουν τα οργανίδια του φυτικού κυττάρου στα οποία πραγματοποιείται.</li> </ul>
	2.2.4 Φωτοσύνθεση – Διαπνοή.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τα αντιδρώντα και προϊόντα της φωτοσύνθεσης.</li> <li>• Εξηγούν τον ρόλο της φωτοσύνθεσης στην εξασφάλιση τροφής για το κύτταρο.</li> <li>• Ορίζουν τη διαπνοή στα φυτά.</li> <li>• Συσχετίζουν τη φωτοσύνθεση με τη διαπνοή.</li> <li>• Αναλύουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση και τη διαπνοή μέσα από πειραματική διαδικασία.</li> </ul>
	2.2.5 Φωτοσυνθετικές χρωστικές.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν τις φωτοσυνθετικές χρωστικές με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.</li> <li>• Υλοποιούν πείραμα για την απομόνωση χλωροφύλλης.</li> </ul>
2.3 Διατήρηση και Συνέχεια της ζωής	2.3.1 Αναπαραγωγή φυτικών οργανισμών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τους τρόπους αναπαραγωγής των διαφορετικών ειδών φυτικών οργανισμών.</li> </ul>
	2.3.2 Μονογονική και αμφιγονική αναπαραγωγή.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τις διαδικασίες μονογονικής και αμφιγονικής αναπαραγωγής σε φυτικούς οργανισμούς.</li> </ul>
2.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	2.4.1 Τροπισμοί (φωτοτροπισμός, γεωτροπισμός κ.λπ.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καθορίζουν τους τρόπους με τους οποίους διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες προκαλούν την «αντίδραση» των φυτικών οργανισμών.</li> <li>• Οργανώνουν πείραμα για τη σύγκριση της ικανότητας φωτοτροπισμού και γεωτροπισμού σε διαφορετικά φυτικά είδη.</li> </ul>
2.5 Κοινωνικο-οικονομικές προεκτάσεις	2.5.1 Φυτά οικονομικού ενδιαφέροντος.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εντοπίζουν την έναρξη της καλλιέργειας των φυτικών ειδών κατά την αγροτική επανάσταση.</li> <li>• Εντοπίζουν τις κατηγορίες φυτών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα και να τα συσχετίζουν με την πρωτογενή παραγωγή της χώρας.</li> </ul>

	2.5.2 Κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν την παρέμβαση της βιοτεχνολογίας στην παραγωγή διαγονιδιακών φυτών.</li> <li>• Συζητούν για την ορθή χρήση των γενετικά τροποποιημένων φυτικών οργανισμών.</li> </ul>
3. Ζωικοί οργανισμοί 3.1 Οργάνωση της ζωής	3.1.1 Φυλογενετικό δέντρο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αξιοποιούν το φυλογενετικό δέντρο των οργανισμών για να εντοπίσουν το Βασίλειο των Ζωικών Οργανισμών και να μελετήσουν τις διαφορετικές τους κατηγορίες.</li> </ul>
	3.1.2 Κύτταρο ζωικών οργανισμών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν το ζωικό κύτταρο, αναδεικνύοντας τις δομές και τα οργανίδια που είναι χαρακτηριστικά για τη λειτουργία του.</li> <li>• Σημειώνουν ενδείξεις σε απεικονίσεις ζωικών κυττάρων όπως προκύπτουν ύστερα από μικροσκοπική παρατήρηση.</li> </ul>
	3.1.3 Ιστοί – Όργανα – Συστήματα ζωικών οργανισμών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τα διαφορετικά είδη ζωικών ιστών (επιθηλιακός, ερειστικός, μυϊκός, νευρικός) και να περιγράφουν τις λειτουργίες τους.</li> <li>• Περιγράφουν τη συνεργασία των ιστών κατά τον σχηματισμό των οργάνων.</li> <li>• Αναφέρουν τα βασικά συστήματα των ζωικών οργανισμών και να εξηγούν τη λειτουργία τους.</li> <li>• Εντοπίζουν σε προπλάσματα ζωικών οργανισμών ή/και ανθρώπου τα βασικά όργανα και συστήματα οργάνων.</li> </ul>
3.2 Θρέψη	3.2.1 Κυτταρική αναπνοή ως διαδικασία παραγωγής ενέργειας στους ζωικούς και το ATP ως ενεργειακό νόμισμα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν την κυτταρική αναπνοή με τη διαδικασία παραγωγής ενέργειας στα ζωικά κύτταρα και να εντοπίζουν τα οργανίδια του ζωικού κυττάρου στα οποία πραγματοποιείται.</li> <li>• Συσχετίζουν την κυτταρική αναπνοή με τις αντιδράσεις καταβολισμού και αναβολισμού στα ζωικά κύτταρα.</li> </ul>
	3.2.2 Ετερότροφοι.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διακρίνουν τις διαφορετικές κατηγορίες ετερότροφων ζωικών οργανισμών (φυτοφάγα, σαρκοφάγα ζώα κ.λπ.).</li> </ul>
	3.2.3 Πεπτικό σύστημα στους ζωικούς – Αναφορά στη συνεργασία με το κυκλοφορικό για τη μεταφορά θρεπτικών συστατικών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά των οργάνων του πεπτικού συστήματος εξηγώντας τον ρόλο τους στη διάσπαση των ουσιών και την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων με αναφορά σε Σπονδυλωτά και Ασπόνδυλα.</li> <li>• Συγκρίνουν το πεπτικό σύστημα στις διαφορετικές κατηγορίες ζωικών οργανισμών και καταλήγουν σε συσχετισμούς με τη διατροφή τους.</li> </ul>
	3.2.4 Πεπτικό σύστημα στον άνθρωπο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τα όργανα του πεπτικού συστήματος στον άνθρωπο και τις λειτουργίες τους.</li> <li>• Συνδέουν το κυκλοφορικό σύστημα με το πεπτικό για τη μεταφορά των θρεπτικών</li> </ul>

		<p>στοιχείων στον οργανισμό.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Εντοπίζουν σε πρόπλασμα τα όργανα του πεπτικού συστήματος του ανθρώπου.</li> <li>• Αναφέρουν διαταραχές στο πεπτικό σύστημα του ανθρώπου και τις συσχετίζουν με την προστασία της υγείας του.</li> </ul>
	3.2.5 Διατροφή και άνθρωπος.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τα βασικά συστατικά της διατροφής για τη σωστή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού στις διαφορετικές φάσεις ανάπτυξής του.</li> <li>• Καλλιεργούν στάσεις για την προώθηση της υγιεινής διατροφής.</li> </ul>
3.3 Συνέχεια της ζωής	3.3.1 Αναπαραγωγή ζωικών οργανισμών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν την αναπαραγωγή με την απόκτηση απογόνων στους ζωικούς οργανισμούς.</li> <li>• Αναφέρουν και να εξηγούν τις αναπαραγωγικές στρατηγικές (R – K) στους ζωικούς οργανισμούς.</li> </ul>
	3.3.2 Τρόποι αναπαραγωγής.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τρόπους μονογονικής και αμφιγονικής αναπαραγωγής στους ζωικούς οργανισμούς.</li> </ul>
	3.3.3 Μίτωση – Μείωση (γαμέτες).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τους διαφορετικούς τρόπους κυτταρικής διαίρεσης και να τους συσχετίζουν με την αναπαραγωγή στους ζωικούς οργανισμούς.</li> </ul>
	3.3.4 Αναπαραγωγικό σύστημα στους ζωικούς.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τα βασικά όργανα του αναπαραγωγικού συστήματος σε Σπονδυλωτά και Ασπόνδυλα και να τα συσχετίζουν με τις διαδικασίες εσωτερικής και εξωτερικής γονιμοποίησης.</li> </ul>
	3.3.5 Αναπαραγωγικό σύστημα στον άνθρωπο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τα όργανα του αναπαραγωγικού συστήματος στον άνθρωπο.</li> <li>• Περιγράφουν τη λειτουργία των οργάνων του αναπαραγωγικού συστήματος στον άνθρωπο.</li> <li>• Περιγράφουν τις διαδικασίες από τη γονιμοποίηση μέχρι και τον τοκετό.</li> <li>• Εντοπίζουν τα όργανα του αναπαραγωγικού συστήματος σε προπλάσματα.</li> </ul>
	3.3.6 Αναπαραγωγικό και υγεία στον άνθρωπο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καλλιεργούν στάσεις για την προστασία της υγείας του αναπαραγωγικού συστήματος (ΣΜΝ, καρκίνος τραχήλου και προστάτη).</li> <li>• Εξηγούν βασικές αιτίες υπογονιμότητας σε ζευγάρια και προτείνουν τρόπους αντιμετώπισής της.</li> </ul>
3.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	3.4.1 Στοιχεία νευρικού συστήματος.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν το νευρικό σύστημα με την ανταπόκριση των ζωικών οργανισμών στο συνεχώς μεταβαλλόμενο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον τους.</li> <li>• Αναφέρουν την οργάνωση του νευρικού κυττάρου και τη συσχετίζουν με τον ρόλο του στη μεταφορά των μηνυμάτων.</li> </ul>



	3.4.2 Νευρικό σύστημα στα ζώα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τα βασικά όργανα του νευρικού συστήματος και τον ρόλο τους.</li> <li>• Συγκρίνουν τη δομή και οργάνωση του νευρικού συστήματος Σπονδυλωτών και Ασπόνδυλων και καταλήγουν σε συμπεράσματα για την πολυπλοκότητά του.</li> </ul>
	3.4.3 Νευρικό σύστημα στον άνθρωπο – Εθισμοί – Εξαρτήσεις.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τα όργανα του νευρικού συστήματος στον άνθρωπο και τα εντοπίζουν σε προπλάσματα.</li> <li>• Εξηγούν τον ρόλο των διαφορετικών οργάνων του νευρικού συστήματος στον άνθρωπο.</li> <li>• Συσχετίζουν τη λειτουργία του νευρικού συστήματος με την επίδραση εθιστικών ουσιών.</li> <li>• Καλλιεργούν στάσεις και συμπεριφορές για την προστασία του νευρικού συστήματος.</li> </ul>
3.5 Κοινωνικο-οικονομικές προεκτάσεις	3.5.1 Ζώα οικονομικού ενδιαφέροντος.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν την έναρξη της κτηνοτροφίας με την Αγροτική Επανάσταση στη Νεολιθική Εποχή.</li> <li>• Αναφέρουν βασικές κατηγορίες ζώων οικονομικού ενδιαφέροντος.</li> <li>• Αναφέρουν τον ρόλο της κτηνοτροφίας στην πρωτογενή παραγωγή της Ελλάδας.</li> </ul>
	3.5.2 Κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν βασικούς κανόνες για την προστασία των ζωικών οργανισμών.</li> <li>• Διερευνούν κοινωνικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση των πειραματόζωων για την προώθηση της επιστημονικής έρευνας.</li> </ul>
4. Μύκητες 4.1 Οργάνωση της ζωής	4.1.1 Φυλογενετικό δέντρο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αξιοποιούν το φυλογενετικό δέντρο των οργανισμών για να εντοπίσουν το Βασίλειο των Μυκήτων και να μελετήσουν τις διαφορετικές τους κατηγορίες.</li> </ul>
	4.1.2 Κύτταρα μυκήτων.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τα βασικά δομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των κυττάρων στους μύκητες, αναδεικνύοντας τις δομές και τα οργανίδια που είναι χαρακτηριστικά για τη λειτουργία τους.</li> <li>• Σημειώνουν ενδείξεις σε απεικονίσεις κυττάρων μυκήτων όπως προκύπτουν ύστερα από μικροσκοπική παρατήρηση.</li> </ul>
	4.1.3 Μονοκύτταροι – Πολυκύτταροι μύκητες.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατηγοριοποιούν τους μύκητες σε μονοκύτταρους και πολυκύτταρους και αναφέρουν χαρακτηριστικά είδη.</li> </ul>
4.2 Θρέψη	4.2.1 Οι μύκητες ως ετερότροφοι οργανισμοί.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατατάσσουν τους μύκητες στους ετερότροφους οργανισμούς, αναφέροντας το είδος της τροφής που καταναλώνουν.</li> <li>• Συσχετίζουν τους μύκητες με την αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης.</li> </ul>
	4.2.2 Κυτταρική αναπνοή (αερόβιες συνθήκες).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξηγούν τον ρόλο της κυτταρικής αναπνοής για την παραγωγής ενέργειας στο κύτταρο του μύκητα.</li> </ul>

	4.2.3 Ζύμωση και μύκητες – Αλκοολική ζύμωση (αναερόβιες συνθήκες).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν εναλλακτικές διαδικασίες παραγωγής ενέργειας στους μύκητες.</li> <li>• Εντοπίζουν τα προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης και τα συσχετίζουν με την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων.</li> </ul>
4.3 Συνέχεια της ζωής	4.3.1 Αναπαραγωγή μυκήτων.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τις βασικές κατηγορίες αναπαραγωγής στους μύκητες.</li> </ul>
4.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	4.4.1 Σύστημα υποδοχέων στους μύκητες.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τρόπους ανταπόκρισης των μυκήτων στο περιβάλλον μέσω ενός εξειδικευμένου συστήματος υποδοχέων.</li> </ul>
4.5 Κοινωνικο-οικονομικές προεκτάσεις	4.5.1 Οικονομικό ενδιαφέρον.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τον ρόλο των μυκήτων στην παραγωγή χρήσιμων ουσιών για τη διατροφή και την υγεία (αντιβιοτικά) του ανθρώπου.</li> </ul>
5. Αρχαία – Βακτήρια 5.1 Οργάνωση της ζωής	5.1.1 Φυλογενετικό δέντρο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αξιοποιούν το φυλογενετικό δέντρο των οργανισμών για να εντοπίσουν το Βασίλειο των Αρχαιοβακτηρίων και των Βακτηρίων και να μελετήσουν τις διαφορετικές τους κατηγορίες.</li> </ul>
	5.1.2 Αρχαιοβακτήρια – Βακτήρια.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά των αρχαιοβακτηρίων και τις βασικές τους κατηγορίες.</li> <li>• Περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά των βακτηρίων και εντοπίζουν τις βασικές διαφορές από τα αρχαιοβακτήρια.</li> </ul>
	5.1.3 Προκαρυωτικό κύτταρο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν την κυτταρική οργάνωση των προκαρυωτικών κυττάρων.</li> <li>• Σημειώνουν ενδείξεις σε μικροσκοπικές απεικονίσεις προκαρυωτικών κυττάρων.</li> <li>• Αναπτύσσουν καλλιέργεια βακτηρίων στο εργαστήριο και να περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο επιδρούν διαφορετικοί παράγοντες στην ανάπτυξη των βακτηρίων.</li> </ul>
5.2 Θρέψη	5.2.1 Φωτοσυνθετικά βακτήρια.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τις βασικές κατηγορίες φωτοσυνθετικών βακτηρίων και να εξηγούν τον ρόλο τους στη διατήρηση των οικοσυστημάτων.</li> </ul>
	5.2.2 Ετερότροφα βακτήρια.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξηγούν τον τρόπο διατροφής των ετερότροφων βακτηρίων και να τη συσχετίζουν με την αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης.</li> </ul>
	5.2.3 Κυτταρική αναπνοή (αερόβιες συνθήκες).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν την κυτταρική αναπνοή στο προκαρυωτικό κύτταρο με την παραγωγή ενέργειας.</li> </ul>
	5.2.4 Γαλακτική ζύμωση (αναερόβιες συνθήκες).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν εναλλακτικές διαδικασίες παραγωγής ενέργειας στα βακτήρια (γαλακτική ζύμωση).</li> </ul>
5.3 Συνέχεια της ζωής	5.3.1 Μονογονική αναπαραγωγή – Διχοτόμηση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τη μονογονική αναπαραγωγή με διχοτόμηση στα βακτήρια.</li> </ul>
5.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	5.4.1 Ενδοσπόρια.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τον μηχανισμό παραγωγής ενδοσπορίων ως μηχανισμό ανταπόκρισης των βακτηρίων στις εναλλαγές του φυσικού περιβάλλοντος.</li> </ul>
5.5 Κοινωνικο-	5.5.1 Οικονομικό ενδιαφέρον.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν κατηγορίες βακτηρίων που</li> </ul>

οικονομικές προεκτάσεις		χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων για τη διατροφή και την υγεία του ανθρώπου.
6. Πρώτιστα 6.1 Οργάνωση της ζωής	6.1.1 Φυλογενετικό δέντρο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αξιοποιούν το φυλογενετικό δέντρο των οργανισμών για να εντοπίσουν το Βασίλειο των Πρωτίστων και να μελετήσουν τις διαφορετικές τους κατηγορίες.</li> </ul>
	6.1.2 Κύτταρο – Δομή.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Περιγράφουν τα βασικά δομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των κυττάρων στα πρώτιστα, αναδεικνύοντας τις δομές και τα οργανίδια που είναι χαρακτηριστικά για τη λειτουργία τους.</li> <li>Σημειώνουν ενδείξεις σε απεικονίσεις κυττάρων πρωτίστων όπως προκύπτουν ύστερα από μικροσκοπική παρατήρηση.</li> </ul>
6.2 Θρέψη	6.2.1 Αυτότροφα – Ετερότροφα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κατηγοριοποιούν τα πρώτιστα ανάλογα με τον τρόπο εξασφάλισης της τροφής τους σε αυτότροφα και ετερότροφα.</li> <li>Εξηγούν τον ρόλο των πρωτίστων στην αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης.</li> </ul>
	6.2.2 Κυτταρική αναπνοή.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Περιγράφουν τη διαδικασία της κυτταρικής αναπνοής για την παραγωγή ενέργειας στα πρώτιστα.</li> </ul>
6.3 Συνέχεια της ζωής	6.3.1 Μονογονικά – Αμφιγονικά.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Περιγράφουν τη μονογονική και αμφιγονική αναπαραγωγή στα πρώτιστα.</li> </ul>
6.4 Ανταπόκριση στο περιβάλλον	6.4.1 Τρόποι ανταπόκρισης στο περιβάλλον.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Συσχετίζουν τον τρόπο με τον οποίο ανταποκρίνονται στις αλλαγές του περιβάλλοντος οι διαφορετικές κατηγορίες πρωτίστων (Αμοιβάδα – ψευδοπόδια, Ευγλήνη).</li> </ul>
6.5 Κοινωνικο-οικονομικές προεκτάσεις	6.5.1 Οικονομικό ενδιαφέρον.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αξιοποιούν επιστημονικά δεδομένα για τη χρήση των πρωτίστων στην παραγωγή χρήσιμων προϊόντων.</li> </ul>

ΒΙΟΛΟΓΙΑ – Β' ΛΥΚΕΙΟΥ		
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα
		Οι μαθητές/-τριες είναι σε θέση να:
1. Ποικιλομορφία οργανισμών 1.1 Ταυτότητα γενετικής ποικιλομορφίας	1.1.1 Εισαγωγή: Γενετική και ποικιλομορφία.	• Καταγράφουν την ποικιλομορφία ανάμεσα σε διαφορετικούς οργανισμούς.
		• Ορίζουν τις έννοιες: είδος, πληθυσμός, βιοκοινότητα.
		• Αναγνωρίζουν ότι οργανισμοί του ίδιου είδους εμφανίζουν ποικιλομορφία ως προς τα εξωτερικά και τα βιοχημικά χαρακτηριστικά τους.
		• Αναφέρουν παραδείγματα ενδοειδικής και διαειδικής ποικιλομορφίας.
		• Συσχετίζουν την ποικιλομορφία με τη διαφορετική γενετική πληροφορία που φέρουν οι οργανισμοί.
		• Ορίζουν το γονίδιο ως το τμήμα νουκλεϊκού οξέος που φέρει τη γενετική πληροφορία.
		• Δίνουν τον ορισμό του γονότυπου και του φαινότυπου.
	1.1.2 Η γενετική πληροφορία.	• Αναφέρουν τα δύο είδη νουκλεϊκών οξέων (DNA, RNA) και να περιγράφουν τη δομή και τον ρόλο τους ως γενετικό υλικό.
		• Αναγνωρίζουν τα νουκλεοτίδια ως τους δομικούς λίθους των νουκλεϊκών οξέων και να περιγράφουν τη δομή τους.
		• Περιγράφουν το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA και να κατασκευάζουν το μοντέλο του DNA.
		• Εντοπίζουν τις θέσεις του ευκαρυωτικού και προκαρυωτικού κυττάρου που περιέχουν DNA.
		• Ορίζουν τα απλοειδή και διπλοειδή κύτταρα.
1.2 Λειτουργίες της γενετικής πληροφορίας	1.2.1 Αντιγραφή.	• Διατυπώνουν το Κεντρικό Δόγμα της Βιολογίας με αναφορά στον αυτοδιπλασιασμό και τη γονιδιακή έκφραση.
		• Συσχετίζουν τον αυτοδιπλασιασμό του DNA με τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας.
		• Περιγράφουν τον ημισυντηρητικό μηχανισμό αντιγραφής του DNA.
	1.2.2 Μεταγραφή.	• Περιγράφουν τη διαδικασία της μεταγραφής.
		• Αναφέρουν ότι οι τρεις τύποι RNA (mRNA, tRNA, rRNA) είναι αποτέλεσμα μεταγραφής αντίστοιχων γονιδίων.
		• Προβλέπουν τη νουκλεοτιδική αλληλουχία ενός μορίου mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή

		συγκεκριμένου γονιδίου.
	1.2.3 Μετάφραση – Πρωτεΐνες.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τα αμινοξέα ως τα μονομερή των πρωτεϊνών και να περιγράφουν τη δομή τους.</li> <li>• Περιγράφουν τον σχηματισμό του πεπτιδικού δεσμού.</li> <li>• Περιγράφουν τα στάδια της διαδικασίας της μετάφρασης.</li> <li>• Αναφέρουν τις θέσεις του κυττάρου στις οποίες πραγματοποιείται η μετάφραση.</li> <li>• Ορίζουν τον γενετικό κώδικα και να αναφέρουν τα βασικά χαρακτηριστικά του.</li> <li>• Προβλέπουν την αμινοξική αλληλουχία με αναφορά στον γενετικό κώδικα.</li> <li>• Συσχετίζουν τη στερεοδιάταξη των πρωτεϊνών με τους δεσμούς που αναπτύσσονται μεταξύ των πλευρικών ομάδων των αμινοξέων τους.</li> <li>• Εξηγούν τη μετουσίωση των πρωτεϊνών και να τη συσχετίζουν με την απώλεια της λειτουργικότητάς τους.</li> <li>• Συσχετίζουν την ποικιλομορφία των οργανισμών (εξωτερικά χαρακτηριστικά και βιοχημική σύσταση) με την ποικιλομορφία των πρωτεϊνών.</li> <li>• Αναφέρουν τα ένζυμα ως βιολογικούς καταλύτες.</li> <li>• Σχεδιάζουν πείραμα για τη διερεύνηση του ρόλου των ενζύμων στην πραγματοποίηση βιολογικών αντιδράσεων.</li> </ul>
1.3 Μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας	1.3.1 Οργάνωση της γενετικής πληροφορίας στον πυρήνα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τη δομή της χρωματίνης.</li> <li>• Ορίζουν τα ομόλογα χρωμοσώματα.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τα χρωμοσώματα σε μόνιμα παρασκευάσματα.</li> <li>• Ορίζουν τα αλληλόμορφα γονίδια.</li> </ul>
	1.3.2 Μεταβίβαση του γενετικού υλικού.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τον κυτταρικό κύκλο και να περιγράφουν τις βασικές διεργασίες που πραγματοποιούνται σε κάθε φάση του.</li> <li>• Περιγράφουν τα στάδια της μίτωσης και να εξηγούν τον ρόλο της.</li> <li>• Εντοπίζουν τα διάφορα στάδια της μίτωσης σε μικροσκοπικές απεικονίσεις.</li> <li>• Περιγράφουν τα στάδια της μείωσης και να εξηγούν τον ρόλο της.</li> <li>• Αιτιολογούν την ποικιλομορφία των οργανισμών αξιοποιώντας το αποτέλεσμα της γονιμοποίησης και του τυχαίου συνδυασμού των ομόλογων χρωμοσωμάτων.</li> <li>• Αναφέρουν τους νόμους του Μέντελ και να προβλέπουν τους γονότυπους και τους φαινότυπους των απογόνων σε διασταυρώσεις ατόμων (σχέση γονιδίων: επικρατές – υπολειπόμενο).</li> </ul>
1.4 Η αλλαγή της	1.4.1 Μεταλλαγές.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τις μεταλλαγές και να αναφέρουν</li> </ul>

γενετικής πληροφορίας ως παράγοντας ποικιλομορφίας		<p>τους παράγοντες που τις προκαλούν.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξηγούν ποιες μεταλλαγές μεταβιβάζονται από γενιά σε γενιά.</li> <li>• Διακρίνουν τις μεταλλαγές σε γονιδιακές και χρωμοσωμικές.</li> <li>• Εξηγούν γιατί οι μεταλλαγές μπορούν να έχουν θετική, αρνητική ή καμία επίδραση στους οργανισμούς και να δίνουν παραδείγματα σε κάθε περίπτωση.</li> <li>• Συσχετίζουν τις μεταλλαγές με την ποικιλομορφία των οργανισμών.</li> </ul>
	1.4.2 Το παράδειγμα της αιμοσφαιρίνης.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τις αιμοσφαιροπάθειες ως παραδείγματα ασθενειών που οφείλονται σε γονιδιακές μεταλλαγές (θαλασσαιμίες, δρεπανοκυτταρική αναιμία).</li> </ul>
2. Σχέσεις οργανισμών στο φυσικό τους περιβάλλον 2.1 Οι σχέσεις μεταξύ των οργανισμών	2.1.1 Εισαγωγικές έννοιες.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τις έννοιες οικοσύστημα, ενδιαιτήμα, βιοποικιλότητα.</li> <li>• Διακρίνουν τις διαφορές ανάμεσα στις διαφορετικές οικολογικές έννοιες – βιότοπος, πληθυσμός, βιοκοινότητα, οικοσύστημα– δίνοντας παραδείγματα.</li> <li>• Αναφέρουν τα διαφορετικά είδη σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.</li> </ul>
	2.1.2 Σχέσεις ανταγωνισμού.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τις σχέσεις ενδοειδικού ανταγωνισμού για τροφή, χώρο και αναπαραγωγή.</li> <li>• Περιγράφουν τις σχέσεις διαειδικού ανταγωνισμού για τροφή, χώρο και αναπαραγωγή.</li> </ul>
		2.1.3 Σχέσεις τροφικές.
	2.1.4 Σχέσεις παρασιτισμού.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τις έννοιες παράσιτο και ξενιστής.</li> <li>• Δίνουν παραδείγματα παρασιτισμού σε οργανισμούς.</li> <li>• Αξιοποιούν ανεστραμμένες πυραμίδες πληθυσμού για να αναγνωρίσουν παρασιτικές τροφικές σχέσεις.</li> </ul>
		2.1.4 Ιοί.

		<p>ενδοκυτταρικά παράσιτα.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ταξινομούν τους ιούς χρησιμοποιώντας διαφορετικά κριτήρια (γενετικό υλικό, εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή κ.λπ.).</li> <li>• Εξηγούν τον τρόπο πολλαπλασιασμού των ιών.</li> <li>• Δίνουν παραδείγματα ασθενειών που οφείλονται σε ιούς.</li> </ul>
	2.1.5 Σχέσεις συμβιωτικές/αμοιβαιότητας.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τις σχέσεις συμβίωσης ή/και αμοιβαιότητας μεταξύ των οργανισμών.</li> <li>• Δίνουν παραδείγματα σχέσεων αμοιβαιότητας σε φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς.</li> <li>• Αναγνωρίζουν ότι ο ανθρώπινος οργανισμός συμβιώνει με μικροοργανισμούς –μικροβίωμα– και να αναφέρουν παραδείγματα.</li> <li>• Συσχετίζουν την υγεία του ανθρώπου με το μικροβίωμα.</li> </ul>
2.2 Διαδικασίες ρύθμισης βιολογικών συστημάτων	2.2.1.1 Αυτορρύθμιση σε επίπεδο οργανισμού – Ομοιόσταση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν την ομοιόσταση ως μηχανισμό ρύθμισης της ισορροπίας στους οργανισμούς.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δίνουν παραδείγματα ομοιοστατικών μηχανισμών στον άνθρωπο.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν την εμφάνιση της ασθένειας με τη διαταραχή της ομοιόστασης.</li> </ul>
	2.2.1.2 Άμυνα – Ανοσοποιητικό σύστημα – Εμβόλια.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξηγούν τον ομοιοστατικό μηχανισμό του ανοσοποιητικού συστήματος.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τους μηχανισμούς μετάδοσης των παθογόνων μικροοργανισμών και τους μηχανισμούς μη ειδικής και ειδικής άμυνας.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξηγούν τον τρόπο δράσης των εμβολίων και των ορών.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναλύουν περιπτώσεις μη φυσιολογικής δράσης του ανοσοποιητικού συστήματος (αλλεργίες, αυτοανοσία).</li> </ul>
	2.2.2 Αυτορρύθμιση σε επίπεδο οικοσυστήματος – Ισορροπία.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τους μηχανισμούς αυτορρύθμισης των οικοσυστημάτων για τη διατήρηση της ισορροπίας.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προβλέπουν τις αλλαγές σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες ύστερα από τη διαταραχή της ισορροπίας.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τον ρόλο των περιοριστικών παραγόντων σε διαφορετικά οικοσυστήματα (υδάτινα, χερσαία).</li> </ul>
	2.2.3 Διαταραχές οικοσυστημάτων – Διαχείριση – Αειφορία.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν περιπτώσεις διαταραχής της ισορροπίας των οικοσυστημάτων λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τις αιτίες και τις συνέπειες σε διαφορετικές περιπτώσεις ρύπανσης (εδάφους, ατμοσφαιρική, υδάτων).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν την έννοια του οικολογικού αποτυπώματος.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προσδιορίζουν τους πυλώνες της</li> </ul>		

		αιεφόρου ανάπτυξης.
3. Η εξέλιξη των οργανισμών 3.1 Φυσική Επιλογή	3.1.1 Πώς εξελίσσονται οι οργανισμοί (Μηχανισμός Φυσικής Επιλογής).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Παρατηρούν και να συσχετίζουν τα χαρακτηριστικά διαφορετικών ειδών οργανισμών σε σχέση με το ενδιαίτημά τους.</li> <li>• Αναφέρουν τις παρατηρήσεις του Δαρβίνου ως παράδειγμα μελέτης των χαρακτηριστικών που φέρουν διαφορετικοί οργανισμοί και τα οποία συντελούν στην προσαρμογή τους σε διαφορετικά περιβάλλοντα.</li> <li>• Διατυπώνουν τη θεωρία της Φυσικής Επιλογής του Δαρβίνου για την εξέλιξη των οργανισμών.</li> <li>• Αιτιολογούν με παραδείγματα γιατί η Φυσική Επιλογή δρα στον πληθυσμό και είναι τοπικά και χρονικά προσδιορισμένη.</li> <li>• Ερμηνεύουν την εξέλιξη των οργανισμών χρησιμοποιώντας τη θεωρία της Φυσικής Επιλογής.</li> </ul>
	3.1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη Φυσική Επιλογή.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τους παράγοντες που διαμορφώνουν την εξέλιξη των οργανισμών σύμφωνα με τη σύγχρονη σύνθεση.</li> </ul>
3.2 Κοινή καταγωγή	3.2.1 Στοιχεία κοινής καταγωγής οργανισμών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρησιμοποιούν φυλογενετικά δέντρα για να διαπιστώσουν την κοινή καταγωγή των οργανισμών.</li> <li>• Ορίζουν τα ομόλογα και τα ανάλογα όργανα.</li> <li>• Αναφέρουν βιοχημικά δεδομένα που υποστηρίζουν την κοινή καταγωγή των οργανισμών.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρησιμοποιούν το φυλογενετικό δέντρο των ανθρωπιδών προκειμένου να προσδιορίσουν τις εξελικτικές τους σχέσεις.</li> <li>• Διακρίνουν τις διαφορές και τις ομοιότητες στις ομάδες των ανθρωπιδών.</li> <li>• Περιγράφουν την εξέλιξη του ανθρώπου από τον Homo habilis στον Homo sapiens sapiens.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συγκρίνουν την εξέλιξη του αναπνευστικού συστήματος σε διαφορετικούς οργανισμούς-μοντέλα (σκώληκες, ψάρια, βάτραχος, πτηνά, θηλαστικά).</li> </ul>
	3.2.2 Η εξέλιξη στο είδος: Το παράδειγμα της εξέλιξης του ανθρώπου.	
	3.2.3 Η εξέλιξη στα διαφορετικά είδη: Το παράδειγμα του αναπνευστικού συστήματος.	



ΒΙΟΛΟΓΙΑ – Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ		
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Μαθησιακά Αποτελέσματα
		Οι μαθητές/-τριες είναι σε θέση να:
<p>Ι. Εισαγωγή στη Βιολογία συστημάτων</p> <p>Μετάβαση από την παραδοσιακή μελέτη στη Βιολογία συστημάτων</p>	<p>Παραδείγματα βιολογικών προβλημάτων για την επίλυση των οποίων έχει διαφοροποιηθεί ο τρόπος/διαδικασία μελέτης και αντιμετώπισης.</p> <p>Τομείς Βιολογίας Συστημάτων (Γονιδιωματική Μεταγραφωμική Πρωτεωμική Φαινωμική Μεταβολωμική Συνδεωμική Μεταγονιδιωματική).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αιτιολογούν με την ανάλυση παραδειγμάτων την ανάγκη συγκέντρωσης πολλών δεδομένων για την επίλυση βιολογικών προβλημάτων.</li> <li>• Αναφέρουν ονομαστικά τους τομείς της Γονιδιωματικής, της Μεταγραφωμικής, της Πρωτεωμικής, της Φαινωμικής, της Μεταβολωμικής, της Συνδεωμικής και της Μεταγονιδιωματικής, ως τομείς μελέτης της Βιολογίας Συστημάτων.</li> </ul>
<p>1. Γενετικό υλικό</p> <p>1.1 Δομή και λειτουργία γενετικού υλικού</p>	<p>Δομή DNA/RNA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τη χημική δομή των νουκλεοτιδίων.</li> <li>• Αναγνωρίζουν ότι τα μόρια των νουκλεϊκών οξέων είναι νουκλεοτιδικά πολυμερή.</li> <li>• Περιγράφουν τον 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό μεταξύ των νουκλεοτιδίων.</li> <li>• Αναγνωρίζουν πώς προκύπτει ο 5' → 3' προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας.</li> <li>• Περιγράφουν το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA.</li> <li>• Εξηγούν γιατί οι δύο αλυσίδες του DNA είναι αντιπαράλληλες μεταξύ τους.</li> <li>• Αναλύουν δεδομένα για τον προσδιορισμό της μορφής (κυκλικό-γραμμικό, μονόκλωνο-δίκλωνο) και του τύπου του νουκλεϊκού οξέος (DNA-RNA).</li> <li>• Κατασκευάζουν μοντέλα νουκλεϊκών οξέων.</li> </ul>
	<p>1.1.2 Οργάνωση DNA προκαρυωτικών οργανισμών.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν το βακτηριακό χρωμόσωμα.</li> <li>• Ορίζουν το πυρηνοειδές.</li> <li>• Εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο οργανώνεται το βακτηριακό DNA στο κύτταρο.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τα πλασμίδια ως μικρότερα μόρια γενετικού υλικού των βακτηρίων και να αναφέρουν τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητές τους.</li> <li>• Συγκρίνουν το μέγεθος του βακτηριακού DNA με το DNA ενός ευκαρυωτικού κυττάρου.</li> <li>• Αναγνωρίζουν σε ψηφιακά μέσα τις</li> </ul>

		<p>διαφορετικές μορφές του βακτηριακού DNA.</p>
	<p>1.1.3 Οργάνωση DNA ευκαρυωτικών (νουκλεόσωμα χρωματίνη, χρωμόσωμα).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν τα σημεία του ευκαρυωτικού κυττάρου στα οποία υπάρχει DNA.</li> <li>• Ορίζουν τη χρωματίνη.</li> <li>• Κατηγοριοποιούν τη χρωματίνη σε ευχρωματίνη και ετεροχρωματίνη.</li> <li>• Περιγράφουν από τι αποτελείται το νουκλεόσωμα.</li> <li>• Περιγράφουν τα διαδοχικά στάδια συσπείρωσης και αναδίπλωσης του DNA και να συσχετίζουν τον βαθμό συσπείρωσης με τα αντίστοιχα στάδια του κυτταρικού κύκλου.</li> <li>• Εξηγούν γιατί το νουκλεόσωμα αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης των ευκαρυωτικών οργανισμών.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τα διάφορα στάδια του κυτταρικού κύκλου παρατηρώντας τον βαθμό συσπείρωσης του DNA σε μόνιμα ή νωπά παρασκευάσματα κυττάρων.</li> <li>• Αναφέρουν το μεταφασικό χρωμόσωμα ως το τελικό στάδιο συσπείρωσης του DNA.</li> <li>• Κατασκευάζουν μοντέλα του γενετικού υλικού του πυρήνα σε διαφορετικά επίπεδα συσπείρωσης.</li> </ul>
	<p>1.1.4 Οργάνωση DNA/RNA ιών.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατηγοριοποιούν το γενετικό υλικό των ιών σε DNA και RNA, μονόκλωνο ή δίκλωνο, γραμμικό ή κυκλικό.</li> <li>• Συγκρίνουν το μέγεθος του γενετικού υλικού και τον αριθμό γονιδίων των ιών με αυτά των προκαρυωτικών και ευκαρυωτικών κυττάρων.</li> </ul>
	<p>1.1.5 Λειτουργίες γενετικού υλικού (αντιγραφή ως διαδικασία διατήρησης και μεταβίβασης της γενετικής πληροφορίας, αναφορά στο Κεντρικό Δόγμα της Βιολογίας και τον κυτταρικό κύκλο).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τις βασικές λειτουργίες του γενετικού υλικού.</li> <li>• Διατυπώνουν τη σύγχρονη εκδοχή του Κεντρικού Δόγματος της Βιολογίας.</li> <li>• Περιγράφουν τη διαδικασία της αντιγραφής με αναφορά στα ένζυμα και τον ρόλο τους.</li> <li>• Αιτιολογούν γιατί η αντιγραφή του DNA πρέπει να γίνεται ταυτόχρονα με συνεχή και ασυνεχή σύνθεση.</li> <li>• Προσδιορίζουν ποια αλυσίδα του DNA αντιγράφεται συνεχώς και ποια ασυνεχώς σε διαφορετικές περιπτώσεις.</li> <li>• Αιτιολογούν πώς εξασφαλίζεται η πιστότητα κατά την αντιγραφή του DNA.</li> <li>• Εξηγούν τον ρόλο των τελομερών και να τα συσχετίζουν με τη δράση της τελομεράσης.</li> <li>• Προβλέπουν την κατεύθυνση της αντιγραφής και τον τρόπο σύνθεσης (συνεχής-ασυνεχής) στη νεοσυντιθέμενη αλυσίδα DNA.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατασκευάζουν μοντέλο για την περιγραφή της διαδικασίας της αντιγραφής.</li> </ul>
1.2 Μέθοδοι ανάλυσης	1.2.1 Ιστορική αναδρομή στις μεθόδους ανάλυσης, αλληλούχηση DNA, PCR, ηλεκτροφόρηση, καρυότυπος.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συνδέουν τις διαφορετικές τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για τη μελέτη του γενετικού υλικού με τα χαρακτηριστικά του.</li> <li>• Αναφέρουν τη χρησιμότητα της μεθόδου PCR για τη μελέτη του γενετικού υλικού.</li> <li>• Αναφέρουν τα απαιτούμενα υλικά για την πραγματοποίηση της αντίδρασης PCR.</li> <li>• Συσχετίζουν την αποδιάταξη και την υβριδοποίηση του DNA με τις μεταβολές στη θερμοκρασία.</li> <li>• Περιγράφουν τη διαδικασία της PCR.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τη PCR ως τεχνική για τον πολλαπλασιασμό ειδικών αλληλουχιών DNA με σκοπό την ποιοτική ή/και ποσοτική ανίχνευσή τους.</li> <li>• Αναφέρουν τις εφαρμογές της PCR.</li> <li>• Περιγράφουν τη διαδικασία ηλεκτροφόρησης του DNA.</li> <li>• Αναγνωρίζουν την ηλεκτροφόρηση του DNA ως μεθοδολογία για την ανίχνευση τμημάτων DNA και τον προσδιορισμό του μεγέθους τους.</li> <li>• Αξιολογούν το αποτέλεσμα ηλεκτροφόρησης για τον προσδιορισμό τμημάτων DNA διαφορετικού μεγέθους συγκρινόμενα με γνωστό μάρτυρα.</li> <li>• Καταλήγουν σε συμπεράσματα σχετικά με την παρουσία DNA-στόχου στο προς εξέταση δείγμα.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τις τεχνικές αλληλούχησης του DNA ως τεχνολογία για τον προσδιορισμό της αλληλουχίας των αζωτούχων βάσεων σε ένα μόριο DNA.</li> <li>• Αναφέρουν την αρχή της μεθόδου Sanger.</li> <li>• Εξηγούν τις εφαρμογές της αλληλούχησης του DNA.</li> <li>• Επιλέγουν την κατάλληλη τεχνική που θα χρησιμοποιήσουν για να απαντήσουν σε ένα ερευνητικό ερώτημα ή/και να επιλύσουν ένα καθημερινό πρόβλημα.</li> <li>• Σχεδιάζουν μικρές έρευνες συμπεριλαμβάνοντας τις κατάλληλες πειραματικές διαδικασίες.</li> <li>• Περιγράφουν τη διαδικασία κατασκευής καρυότυπου.</li> <li>• Αναγνωρίζουν την τεχνική του καρυότυπου ως μεθοδολογία για τη μελέτη των χρωμοσωμάτων ενός οργανισμού.</li> <li>• Επεξεργάζονται έτοιμες φωτογραφίες ή εικόνες για την κατασκευή καρυότυπου.</li> <li>• Εξηγούν τις εφαρμογές του καρυότυπου.</li> </ul>
	1.2.2 Χαρτογράφηση γονιδιωμάτων και Πρόγραμμα Ανθρώπινου Γονιδιώματος.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν παραδείγματα επιστημονικής αξιοποίησης των δεδομένων που προκύπτουν από το Πρόγραμμα</li> </ul>

		<p>Ανθρώπινου Γονιδιώματος,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν εφαρμογές που προκύπτουν από τη χρήση των αποτελεσμάτων του Προγράμματος Ανθρώπινου Γονιδιώματος.</li> </ul>
1.3 Γονιδιωματική Προσδιορισμός μεγάλου μήκους ή/και του συνολικού γονιδιώματος	1.3.1 Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης: Μικροσυστοιχίες DNA, Αλληλούχηση του DNA Επόμενης Γενιάς, Μεγάλα Δεδομένα: Εργαλεία βιοπληροφορικής.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τη γονιδιωματική ως τον κλάδο της Βιολογίας που μελετά πλήρεις ομάδες γονιδίων και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τον ρόλο της βιοπληροφορικής (υπολογιστικά εργαλεία) για την οργάνωση και ανάλυση του τεράστιου όγκου δεδομένων (Μεγάλα Δεδομένα) που παράγονται από την εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών, με σκοπό την ολιστική μελέτη.</li> <li>• Περιγράφουν την τεχνική των μικροσυστοιχιών DNA.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τη χρήση των μικροσυστοιχιών DNA για την ταυτόχρονη ανάλυση (ποσοτικοποίηση) της έκφρασης γονιδίων με σύγκριση δειγμάτων.</li> <li>• Συσχετίζουν την εφαρμογή των μικροσυστοιχιών DNA με την αρχή της συμπληρωματικότητας μεταξύ νουκλεϊκών οξέων DNA-DNA ή DNA-RNA, τις συνθήκες θερμοκρασίας και τη χρήση φθορίζουσών ουσιών.</li> <li>• Αναφέρουν εφαρμογές της χρήσης μικροσυστοιχιών DNA.</li> <li>• Αναφέρουν την Αλληλούχηση του DNA Επόμενης Γενιάς ως μια μέθοδο αλληλούχησης εκατομμυρίων βάσεων DNA.</li> <li>• Συγκρίνουν τη μέθοδο NGS με τη συμβατική αλληλούχηση.</li> <li>• Αναφέρουν εφαρμογές της χρήσης NGS.</li> </ul>
	1.3.2 Σύγκριση γονιδιωμάτων και εξέλιξη.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν τον ρόλο των προγραμμάτων χαρτογράφησης γονιδιώματος διαφόρων οργανισμών στον προσδιορισμό πιθανών εξελικτικών σχέσεων ανάμεσά τους.</li> <li>• Αναλύουν δεδομένα, τα συγκρίνουν, τα ταξινομούν και να καταλήγουν σε συμπεράσματα για το είδος των εξελικτικών σχέσεων των οργανισμών που προκύπτουν από αυτά.</li> </ul>
2. Έκφραση της γενετικής πληροφορίας – Μεταγραφή 2.1 Μεταγραφή	2.1.1 Διαδικασία μεταγραφής – Ρύθμιση στο επίπεδο της μεταγραφής σε προκαρυωτικούς και ευκαρυωτικούς οργανισμούς.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν τη μεταγραφή ως το πρώτο βήμα της γονιδιακής έκφρασης.</li> <li>• Συσχετίζουν τη γονιδιακή έκφραση με την κυτταρική διαφοροποίηση.</li> <li>• Περιγράφουν τον ρόλο της RNA πολυμεράσης στη διαδικασία της μεταγραφής σε ευκαρυωτικούς και προκαρυωτικούς οργανισμούς.</li> <li>• Εντοπίζουν τις περιοχές του ευκαρυωτικού και προκαρυωτικού κυττάρου που επιτελείται η μεταγραφή.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τα διαφορετικά είδη γονιδίων ανάλογα με το RNA το οποίο παράγεται (mRNA, tRNA, rRNA, snRNA, miRNA).</li> <li>• Αναγνωρίζουν τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής και να περιγράψουν τον ρόλο τους.</li> <li>• Αναγνωρίζουν την κωδική και μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου και να τις εντοπίζουν σε ένα μόριο DNA.</li> <li>• Προσδιορίζουν τα άκρα (5', 3') σε μόρια RNA, υποδεικνύοντας ταυτόχρονα την κατεύθυνση της μεταγραφής.</li> <li>• Αναφέρουν τους μηχανισμούς ωρίμανσης του mRNA στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς.</li> <li>• Συγκρίνουν την πορεία της μεταγραφής σε ευκαρυωτικούς και προκαρυωτικούς οργανισμούς.</li> <li>• Εντοπίζουν τα εξώνια και τα εσώνια σε γονίδια.</li> <li>• Συσχετίζουν τη διαδικασία της μεταγραφής με τη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης σε ευκαρυωτικούς και προκαρυωτικούς οργανισμούς.</li> </ul>
2.2 Μέθοδοι ανάλυσης	2.2.1 Ιστορική αναδρομή μεθόδων ανάλυσης – Αποτύπωση κατά Northern, RT-PCR, αλληλούχηση RNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν την αποτύπωση κατά Northern ως τεχνική μελέτης RNA που έχει παραχθεί σε συγκεκριμένους ιστούς και σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης και να τη συσχετίζουν με μόρια ανιχνευτές.</li> <li>• Περιγράφουν την τεχνική RT-PCR και τις εφαρμογές της.</li> <li>• Αναφέρουν την αλληλούχηση RNA ως τεχνική μελέτης της αλληλουχίας του RNA.</li> </ul>
2.3 Μεταγραφωμική Μελέτη μεταγραφωμάτων (σύνολο RNAs)	2.3.1 Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης: Μικροσυστοιχίες RNA, δημιουργία βάσεων δεδομένων, Μεγάλα Δεδομένα, Βιοπληροφορική.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν το μεταγράφημα ως το σύνολο των RNA που παράγονται σε έναν οργανισμό.</li> <li>• Περιγράφουν την τεχνική μικροσυστοιχιών RNA ως μέσο για τη συλλογή μεγάλου αριθμού δεδομένων και να αναφέρουν τους περιορισμούς που παρουσιάζει στη μελέτη γνωστών αλληλουχιών και όχι στην ανακάλυψη νέων.</li> <li>• Επιλέγουν την κατάλληλη τεχνική για την επίλυση επιστημονικού ζητήματος.</li> </ul>
3. Έκφραση της γενετικής πληροφορίας – Πρωτεϊνοσύνθεση 3.1 Μετάφραση	3.1.1 Διαδικασία μετάφρασης – Ρύθμιση στο επίπεδο της μετάφρασης και μεταμεταφραστικά.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τη διαδικασία της μετάφρασης με αναφορά στα σημεία του κυττάρου στα οποία λαμβάνει χώρα.</li> <li>• Συσχετίζουν τη λειτουργία των μορίων mRNA, tRNA και rRNA με τη διαδικασία της μετάφρασης.</li> <li>• Προβλέπουν την αμινοξική αλληλουχία με αναφορά στον γενετικό κώδικα.</li> <li>• Εξηγούν πώς συγκεκριμένοι παράγοντες καθορίζουν την ποσότητα της παραγόμενης πρωτεΐνης ανάλογα με τις λειτουργικές ανάγκες του κυττάρου.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν τους μηχανισμούς μετα-μεταφραστικής τροποποίησης των πρωτεϊνών.</li> </ul>
3.2 Δομή και λειτουργία πρωτεϊνών	3.2.1 Διαμόρφωση της πρωτεΐνης στον χώρο – Μετουσίωση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τον σχηματισμό του πεπτιδικού δεσμού.</li> <li>• Ορίζουν την πρωτοταγή δομή της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.</li> <li>• Αναφέρουν τα διαφορετικά επίπεδα διαμόρφωσης μίας πρωτεΐνης στον χώρο και να προβλέπουν τις μετατροπές στη δομή με την επίδραση διαφόρων συνθηκών.</li> <li>• Συσχετίζουν τη μετουσίωση των πρωτεϊνών με την απώλεια της λειτουργικότητάς τους.</li> <li>• Σχεδιάζουν πείραμα για τη μελέτη της μετουσίωσης των πρωτεϊνών.</li> </ul>
	3.2.2 Παραδείγματα πρωτεϊνών – Τα ένζυμα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατηγοριοποιούν τις πρωτεΐνες σε δομικές και λειτουργικές.</li> <li>• Αναφέρουν συγκεκριμένα παραδείγματα από κάθε κατηγορία πρωτεϊνών (ένζυμα, πρωτεΐνες μεμβρανών, αντισώματα, κολλαγόνο).</li> <li>• Συσχετίζουν την τρισδιάστατη δομή των ενζύμων με τη δράση τους.</li> <li>• Ερμηνεύουν την εξειδίκευση των ενζύμων.</li> <li>• Προσδιορίζουν τις χημικές ιδιότητες των ενζύμων.</li> <li>• Προσδιορίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα των ενζυμικών αντιδράσεων (συγκέντρωση υποστρώματος, θερμοκρασία, pH, συγκέντρωση ενζύμου).</li> <li>• Χρησιμοποιούν την εξίσωση Michaelis-Menten για να προβλέπουν την πορεία της ενζυμικής αντίδρασης παρουσία ή απουσία αναστολέων, να σχεδιάζουν και να αναλύουν τα αντίστοιχα διαγράμματα.</li> <li>• Διατυπώνουν υποθέσεις και να σχεδιάζουν πείραμα για την επίδραση της θερμοκρασίας και του pH στη δράση των ενζύμων και να καταλήγουν σε συμπεράσματα.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τους αναστολείς και τους συμπαράγοντες των ενζύμων και να αιτιολογούν τη σημασία τους για τη δραστηριότητα των ενζύμων.</li> <li>• Συσχετίζουν τις συνέπειες της δράσης των αναστολέων (εντομοκτόνων, βαρέων μετάλλων) με την υγεία του ανθρώπου και την επιβίωση των οργανισμών.</li> <li>• Συνδέουν τη σύσταση των συνενζύμων με τη σημασία μιας διατροφής πλούσιας σε βιταμίνες.</li> </ul>
	3.2.3 Αλληλεπίδραση πρωτεϊνών με άλλα μόρια.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Παραθέτουν παραδείγματα αλληλεπίδρασης πρωτεϊνών με άλλα μόρια (π.χ. λιπίδια, υδατάνθρακες) και να αναφέρονται στη λειτουργία τους.</li> </ul>

3.3 Μέθοδοι ανάλυσης	3.3.1 Ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών, ανοσοαποτύπωμα Western, ELISA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν την τεχνική της ηλεκτροφόρησης των πρωτεϊνών για τον διαχωρισμό τους ανάλογα με το φορτίο και το μέγεθός τους.</li> <li>• Αναφέρουν εφαρμογές χρήσης της ηλεκτροφόρησης πρωτεϊνών για τη μελέτη βιολογικών φαινομένων και ασθενειών.</li> <li>• Αναλύουν και να αξιολογούν δεδομένα από απεικονίσεις ηλεκτροφόρησης και να εξάγουν συμπεράσματα.</li> <li>• Αναφέρουν την τεχνική ανοσοαποτυπώματος ως τεχνική για την ποιοτική και ποσοτική μελέτη των πρωτεϊνών που εκφράζονται σε ιστούς και να τη συσχετίζουν με τη διάγνωση ασθενειών.</li> <li>• Αναφέρουν την ELISA ως τεχνική για την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση πρωτεϊνών σε βιολογικά δείγματα με τη βοήθεια αντισωμάτων.</li> </ul>
3.4 Πρωτεωμική Πρωτεϊνικό προφίλ κυττάρων σε σχέση με τη λειτουργία που επιτελούν	3.4.1 Δισδιάστατη ηλεκτροφόρηση, Φασματομετρία, Μεγάλα δεδομένα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν το πρωτέωμα ως το σύνολο των πρωτεϊνών που παράγονται σε έναν οργανισμό ή σε μια ομάδα ομοειδών κυττάρων.</li> <li>• Αναφέρουν την αρχή της μεθόδου της δισδιάστατης ηλεκτροφόρησης.</li> <li>• Αναφέρουν την αρχή της μεθόδου της φασματομετρίας και να εξηγούν τους λόγους εφαρμογής της για τη μελέτη του συνόλου των πρωτεϊνικών μορίων.</li> <li>• Χρησιμοποιούν δεδομένα από πρότυπη καμπύλη για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης πρωτεϊνών σε βιολογικά δείγματα.</li> </ul>
4. Προέλευση των χαρακτηριστικών 4.1 Ποικιλότητα χαρακτηριστικών – Κληρονομικότητα	4.1.1 Γονοτυπικές και φαινοτυπικές αναλογίες σε διαφορετικές κατηγορίες γονιδίων (πολλαπλά αλληλόμορφα, θνησιγόνα, ατελώς επικρατή, συνεπικρατή, φυλοσύνδετα, ατελώς φυλοσύνδετα, ολανδρικά, φυλοπεριορισμένα, φυλοεπηρεαζόμενα).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τα αλληλόμορφα γονίδια και να τα συσχετίζουν με τις γενετικές θέσεις των χρωμοσωμάτων.</li> <li>• Ορίζουν τον γονότυπο και τον φαινότυπο.</li> <li>• Περιγράφουν τη διαδικασία παραγωγής γαμετών (μείωση) και να απεικονίζουν τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών κατά τη γονιμοποίηση.</li> <li>• Εξηγούν τη δημιουργία των γαμετών μετά από επιχιασμό και να αιτιολογούν την κατανομή των αλληλόμορφων στα χρωμοσώματα.</li> <li>• Συσχετίζουν τον επιχιασμό με τη γενετική ποικιλομορφία.</li> <li>• Συσχετίζουν την ποικιλότητα των χαρακτηριστικών με τις διαφορετικές κατηγορίες γονιδίων (πολλαπλά αλληλόμορφα, θνησιγόνα, ατελώς επικρατή, συνεπικρατή, φυλοσύνδετα, ατελώς φυλοσύνδετα, ολανδρικά, φυλοπεριορισμένα, φυλοεπηρεαζόμενα).</li> <li>• Χρησιμοποιούν τους νόμους της</li> </ul>

		<p>κληρονομικότητας για την πρόβλεψη των γονοτυπικών και φαινοτυπικών αναλογιών σε γονείς και απογόνους.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αξιοποιούν πειραματικά δεδομένα από διασταυρώσεις για τον προσδιορισμό του τύπου της κληρονομικότητας και του γονοτύπου των ατόμων.</li> <li>• Προβλέπουν τις γονοτυπικές και φαινοτυπικές αναλογίες που προκύπτουν σε περίπτωση επιχιασμού.</li> <li>• Σχεδιάζουν γενεαλογικά δέντρα.</li> <li>• Χρησιμοποιούν γενεαλογικά δέντρα για τη μελέτη του τρόπου κληρονόμησης διαφορετικών χαρακτήρων.</li> <li>• Διαχωρίζουν τους μονογονιδιακούς από τους πολυγονιδιακούς χαρακτήρες αναλύοντας αποτελέσματα διασταυρώσεων.</li> <li>• Δίνουν παραδείγματα πολυγονιδιακών χαρακτήρων (π.χ. ύψος ανθρώπου).</li> </ul>
4.2 Μεταλλαγές	4.2.1 Είδη μεταλλαγών (γονιδιακές, χρωμοσωμικές), πολυμορφισμοί.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαχωρίζουν τις γονιδιακές μεταλλαγές από τις χρωμοσωμικές ανωμαλίες.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τις αλλαγές στο γονιδιακό προϊόν ως αποτέλεσμα των γονιδιακών μεταλλαγών.</li> <li>• Κατηγοριοποιούν τις γονιδιακές μεταλλαγές ως προς τον μηχανισμό δημιουργίας τους.</li> <li>• Κατηγοριοποιούν τις γονιδιακές μεταλλαγές ως προς το αποτέλεσμα που επιφέρουν (σιωπηλές, ουδέτερες).</li> <li>• Ορίζουν τον πολυμορφισμό ως αποτέλεσμα γονιδιακών μεταλλαγών.</li> <li>• Αναφέρουν παραδείγματα ασθενειών που οφείλονται σε γονιδιακές μεταλλαγές (π.χ. ασθένεια Νάξος).</li> <li>• Απεικονίζουν διαγραμματικά την παραγωγή μη φυσιολογικών γαμετών που οδηγούν σε αριθμητικές και δομικές χρωμοσωμικές ανωμαλίες.</li> <li>• Συσχετίζουν τη χρωμοσωμική σύσταση με τον φαινότυπο ατόμων που φέρουν χρωμοσωμικές ανωμαλίες.</li> <li>• Συσχετίζουν την εμφάνιση καρκίνου με την επίδραση γονιδιακών μεταλλαγών και χρωμοσωμικών ανωμαλιών.</li> </ul>
4.3 Αλληλεπίδραση γενετικού υλικού – περιβάλλοντος	4.3.1 Έκφραση γονιδίων και περιβάλλον.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δίνουν παραδείγματα της επίδρασης των περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ. θερμοκρασία) στην έκφραση του γενετικού υλικού των οργανισμών.</li> </ul>
4.4 Επιγενετική	4.4.1 Μεθυλίωση βάσεων, ακετυλίωση ιστονών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν την επιγενετική ως το σύνολο των διεργασιών που επηρεάζουν την έκφραση των γονιδίων χωρίς να τροποποιούν την αλληλουχία τους.</li> <li>• Αναφέρουν επιγενετικούς μηχανισμούς (μεθυλίωση βάσεων, ακετυλίωση ιστονών).</li> </ul>



	4.4.2 Παραδείγματα επιγενετικών μηχανισμών στους οργανισμούς.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχετίζουν τις επιγενετικές διεργασίες με αλλαγές στο περιβάλλον ανάπτυξης του οργανισμού.</li> </ul>
4.5 Μέθοδοι ανάλυσης	4.5.1 Τεχνικές προγεννητικού ελέγχου.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν ιστορικά τη χρήση γενεαλογικών δέντρων για τη μελέτη του τρόπου κληρονομής χαρακτηριστικών.</li> <li>• Αναφέρουν τις τεχνικές προγεννητικού ελέγχου.</li> <li>• Εξηγούν πώς οι τεχνικές προγεννητικού ελέγχου σχετίζονται με τη διάγνωση και την πρόβλεψη γενετικών ασθενειών.</li> <li>• Αξιολογούν δεδομένα και να επιλέγουν ανάλογα με αυτά την κατάλληλη μέθοδο προγεννητικού ελέγχου.</li> </ul>
4.6 Φαινωμική	4.6.1 3D φαινοτύπηση, Μεγάλα δεδομένα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τη φαινωμική ως τεχνική μελέτης του συνόλου των φαινοτύπων ενός οργανισμού κατά τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξής του και πιθανών επιδράσεων (μεταλλαγές, περιβάλλον).</li> <li>• Αναφέρουν το παράδειγμα της 3D φαινοτύπησης και να το συσχετίζουν με την αναγκαιότητα συγκέντρωσης πλήθους δεδομένων για την ολοκληρωμένη μελέτη των χαρακτηριστικών ενός πληθυσμού.</li> </ul>
5. Μεταβολισμός 5.1 Μεταβολικές διαδικασίες	5.1.1 Ορισμός και αρχές (διάσπαση – Βιοσύνθεση ουσιών, παραγωγή ενέργειας).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν την έννοια του μεταβολισμού.</li> <li>• Διακρίνουν διαδικασίες βιοσύνθεσης και διάσπασης ουσιών.</li> <li>• Δίνουν παραδείγματα αντίστοιχων μεταβολικών διεργασιών στους οργανισμούς.</li> <li>• Εφαρμόζουν με παραδείγματα τη μεταφορά ενέργειας στα κύτταρα μέσω συζευγμένων αντιδράσεων (εξώθερμες-ενδόθερμες αντιδράσεις).</li> </ul>
	5.1.2 Μεταβολικά μονοπάτια με συμμετοχή ενζύμων και άλλων μορίων – Παραγωγή μεταβολιτών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν την έννοια του μεταβολικού μονοπατιού.</li> <li>• Ορίζουν τους μεταβολίτες ως τα ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα του μεταβολισμού.</li> <li>• Αναφέρουν τα βασικά χαρακτηριστικά των μεταβολικών μονοπατιών.</li> <li>• Εξηγούν τη συμμετοχή των ενζύμων και άλλων μορίων στα μεταβολικά μονοπάτια.</li> <li>• Ορίζουν τις αλυσίδες αντιδράσεων (π.χ. γλυκόλυση) και τους κύκλους αντιδράσεων (π.χ. κύκλος του Krebs) με εφαρμογή παραδειγμάτων.</li> <li>• Αναγνωρίζουν και να εξηγούν τη σημασία ελέγχου των μεταβολικών μονοπατιών.</li> <li>• Αναγνωρίζουν την παρουσία κοινών μεταβολικών μονοπατιών (σύνθεσης και διάσπασης) σε όλους τους οργανισμούς ως βιοχημική ενότητα των οργανισμών και να την αξιοποιούν στην ερμηνεία της κοινής καταγωγής τους.</li> </ul>

	<p>5.1.3 Μεταβολίτες ως λειτουργικά μόρια:</p> <p>5.1.3.1 Σε βιοσυνθετικά μονοπάτια.</p> <p>5.1.3.2 Σε μονοπάτια κυτταρικής επικοινωνίας.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν τον ρόλο των μεταβολιτών στη σύνθεση ουσιών.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τον ρόλο των μεταβολιτών στη διακυτταρική επικοινωνία.</li> <li>• Εξηγούν τον ρόλο των ορμονών στην επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων.</li> <li>• Ορίζουν τις ορμόνες ως χημικούς αγγελιαφόρους μηνυμάτων.</li> <li>• Κατηγοριοποιούν τις ορμόνες σε πεπτιδικές, στεροειδείς, προερχόμενες από αμινοξέα και λιπίδια.</li> <li>• Συσχετίζουν τα συμπτώματα ανθρώπινων ασθενειών (PKU, αλφισμός, Parkinson's) αξιοποιώντας βιοχημικά μονοπάτια.</li> </ul>
5.2 Μέθοδοι ανάλυσης	5.2.1 Φασματομετρία, χρωματογραφία, φασματοσκοπία.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν την αρχή της τεχνικής της χρωματογραφίας.</li> <li>• Αναφέρουν τις εφαρμογές των τεχνικών μελέτης στον διαχωρισμό, την ταυτοποίηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των μεταβολιτών.</li> <li>• Αναγνωρίζουν την καταλληλότητα των τεχνικών αυτών για την ταυτόχρονη παρακολούθηση πολλαπλών μεταβολικών παραμέτρων και όχι μεμονωμένων μεταβολιτών.</li> </ul>
5.3 Μεταβολωμική	5.3.1 Πρόγραμμα Ανθρώπινου Μεταβολώματος – Μεγάλα δεδομένα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τη μεταβολωμική ως σύνολο ποσοτικών περιγραφών όλων των μικρών μορίων ενός βιολογικού δείγματος στη μονάδα του χρόνου που αυτό εξετάζεται.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τη συμβολή του Προγράμματος Ανθρώπινου Μεταβολώματος στη δημιουργία βάσης δεδομένων.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τον ρόλο αυτών των βάσεων δεδομένων στην έρευνα και μελέτη των ανθρώπινων μεταβολιτών.</li> <li>• Αναφέρουν εφαρμογές των βάσεων μεταβολικών δεδομένων για την υγεία του ανθρώπου.</li> <li>• Διακρίνουν τη σημασία των μεταβολωμικών αναλύσεων τόσο για την ταυτοποίηση όσο και για τον ποσοτικό προσδιορισμό των μεταβολιτών στους οργανισμούς.</li> <li>• Συσχετίζουν τις πληροφορίες της γονιδιωματικής, της πρωτεωμικής και της μεταβολωμικής με τις φυσιολογικές λειτουργίες των οργανισμών.</li> </ul>
6. Κυτταρικές αλληλεπιδράσεις 6.1 Επικοινωνία	6.1.1 Κυτταρική επικοινωνία.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν την ανάγκη διακυτταρικής επικοινωνίας για τη φυσιολογική λειτουργία των κυττάρων και των ιστών.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τη σημασία των μεμβρανικών πρωτεϊνών και γλυκοπρωτεϊνών στη δημιουργία ιστών.</li> <li>• Εξηγούν την ανάγκη επικοινωνίας των κυττάρων με το περιβάλλον τους.</li> </ul>

	6.1.2 Κυτταρική σηματοδότηση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν τον ρόλο των γλυκοπρωτεϊνών και των γλυκολιπιδίων ως υποδοχέων μηνυμάτων.</li> <li>• Ορίζουν τους χασμοσυνδέσμους και να εξηγούν τον ρόλο τους.</li> <li>• Εξηγούν τη σχέση υποδοχέα - προσδέτη (εξειδίκευση).</li> <li>• Αναγνωρίζουν την ποικιλομορφία των υποδοχέων στους διαφορετικούς κυτταρικούς τύπους.</li> <li>• Διακρίνουν τους υποδοχείς σε διαμεμβρανικούς και ενδοκυτταρικούς.</li> <li>• Συσχετίζουν την ποικιλομορφία των υποδοχέων με τη διαφορική απόκριση των διαφορετικών κυτταρικών τύπων σε κοινά ερεθίσματα.</li> <li>• Εξηγούν τη διαφορική απόκριση των κυτταρικών τύπων σε κοινά χημικά ερεθίσματα.</li> <li>• Ερμηνεύουν τη διαφορική ταχύτητα μετάδοσης σήματος.</li> <li>• Εξηγούν την επίδραση του μηνύματος σε μεταβολικά μονοπάτια, έκφραση γονιδίων, σχήμα κυττάρου.</li> <li>• Περιγράφουν τους μηχανισμούς διακοπής του σήματος.</li> </ul>
	6.1.3 Χημική φύση μηνυμάτων.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφέρουν παραδείγματα σηματοδοτικών μορίων (ορμόνες, αυξητικοί παράγοντες, νευροπεπτίδια).</li> <li>• Εξηγούν τη μετατροπή του ηλεκτρικού σήματος σε χημικό.</li> </ul>
	6.1.4 Νευρική ώση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ερμηνεύουν το δυναμικό ηρεμίας χρησιμοποιώντας τους μηχανισμούς μεταφοράς ιόντων διαμέσου της πλασματικής μεμβράνης.</li> <li>• Εξηγούν το δυναμικό ενεργείας των νευρώνων.</li> <li>• Ορίζουν την ανερέθιστη περίοδο.</li> <li>• Προβλέπουν την απόκριση των νευρώνων σε ερεθίσματα στη διάρκεια της ανερέθιστης περιόδου.</li> </ul>
	6.1.5 Νευροδιαβιβαστές, ενδορφίνες, εγκεφαλίνες.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τους νευροδιαβιβαστές</li> <li>• Αναφέρουν παραδείγματα νευροδιαβιβαστών.</li> <li>• Εξηγούν τον ρόλο των νευροδιαβιβαστών στη μετάδοση του σήματος.</li> <li>• Κατηγοριοποιούν τους νευροδιαβιβαστές ανάλογα με τη χημική τους σύσταση.</li> <li>• Διακρίνουν τους νευροδιαβιβαστές σε διεγερτικούς και ανασταλτικούς.</li> <li>• Αναφέρουν πεπτιδικά μόρια σηματοδότησης (εγκεφαλίνες, ενδορφίνες).</li> <li>• Συσχετίζουν τη δράση των εγκεφαλινών με την ανακούφιση του πόνου.</li> <li>• Περιγράφουν τη σύναψη (προσυναπτικός</li> </ul>

		και μετασυναπτικός νευρώνας, συναπτική σχισμή).
6.2 Μέθοδοι ανάλυσης	6.2.1 Ηλεκτρονική μικροσκοπία.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν τη σημασία της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας στη διατύπωση των μοντέλων που περιγράφουν τη δομή της πλασματικής μεμβράνης.</li> </ul>
6.3 Συνδεδωμική	6.3.1 Απεικόνιση και μελέτη των πολύπλοκων συνδέσεων στον εγκέφαλο του ανθρώπου και άλλων οργανισμών-μοντέλων.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν την ανάπτυξη των τεχνολογιών της συνδεδωμικής ως προσέγγιση μελέτης του συνόλου των αλληλεξαρτήσεων και αλληλεπιδράσεων των κυττάρων του εγκεφάλου.</li> <li>• Αναλύουν τη σχέση μεταξύ του σχεδιασμού θεραπευτικών προσεγγίσεων και της δομής και των λειτουργιών των νευρωνικών δικτύων.</li> </ul>
7. Πληθυσμός 7.1 Γενετική πληθυσμών	7.1.1 Βιοποικιλότητα (ποικιλότητα ειδών, οικοσυστημάτων, γενετική ποικιλότητα).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διακρίνουν και να περιγράφουν τα διαφορετικά επίπεδα μελέτης της βιοποικιλότητας.</li> <li>• Προσδιορίζουν τους τρεις παράγοντες της γενετικής ποικιλότητας: τις μεταλλαγές, τη φυσική επιλογή και την απομόνωση.</li> <li>• Ερμηνεύουν τη συμβολή της βιοποικιλότητας στη διατήρηση της ισορροπίας των οικοσυστημάτων.</li> <li>• Αξιοποιούν τον δείκτη ποικιλότητας Simpson για τον υπολογισμό του πλούτου των ειδών σε ένα οικοσύστημα και τη σημασία του στη διαχείριση των οικοσυστημάτων.</li> <li>• Περιγράφουν τα οφέλη του ανθρώπου από τη γενετική ποικιλότητα, την ποικιλότητα των ειδών και των οικοσυστημάτων.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τους παράγοντες που απειλούν τη βιοποικιλότητα και τις επιπτώσεις από την απώλειά της στην υγεία, την ποιότητα ζωής και την οικολογική ισορροπία.</li> <li>• Αναπτύσσουν κριτικά θετική στάση για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τη σημασία της αειφόρου διαχείρισης των οικοσυστημάτων.</li> </ul>
	7.1.2 Ισορροπία Hardy-Weinberg, πληθυσμιακό μέγεθος, ποικιλότητα, συχνότητα γονιδίων.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προσδιορίζουν τι είναι η ισορροπία Hardy-Weinberg και να αναφέρουν τις προϋποθέσεις εξασφάλισής της.</li> <li>• Αξιοποιούν την εξίσωση Hardy-Weinberg για να προσδιορίζουν αν η γονιδιακή δεξαμενή ενός πληθυσμού μεταβάλλεται.</li> <li>• Προσδιορίζουν τις γονοτυπικές συχνότητες για έναν γονιδιακό τόπο, όταν είναι γνωστή η γονιδιακή συχνότητα ενός από τα δύο αλληλόμορφα του.</li> </ul>
	7.1.3 Δυναμική πληθυσμών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν τον ρυθμό γεννήσεων, τη θνησιμότητα και τη διασπορά (μετανάστευση και αποδημητισμός) ως τους</li> </ul>

		<p>παράγοντες αλλαγής μεγέθους ενός πληθυσμού και της γονιδιακής δεξαμενής του.</p>
	7.1.4 Οι οργανισμοί στο οικοσύστημα – Ρύθμιση πληθυσμιακού μεγέθους – Περιοριστικός παράγοντας, Βιολογικός έλεγχος.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν τους διαφορετικούς τρόπους αλληλεπίδρασης των πληθυσμών: διαειδικός ανταγωνισμός, θήρευση, παρασιτισμός, σχέσεις συμβίωσης.</li> <li>• Αναγνωρίζουν την πρακτική εφαρμογή αυτών των εννοιών στον βιολογικό έλεγχο.</li> <li>• Συσχετίζουν τον βιολογικό έλεγχο με την προσπάθεια ελάττωσης του πληθυσμού «ενοχλητικών» ειδών, με την εισαγωγή πληθυσμών θηρευτών τους ή πληθυσμών που παρασιτούν σε εκείνους.</li> </ul>
7.2 Μεταγονιδιω-ματική	7.2.1 Καταγραφή και μελέτη του γονιδιωματικού προφίλ της φυσιολογικής μικροχλωρίδας ή πληθυσμών μικροοργανισμών σε οικοσυστήματα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωρίζουν ότι το μικροβίωμα κάθε ανθρώπου είναι μοναδικό και διαφοροποιείται ως προς τα είδη των μικροοργανισμών, τον πληθυσμό του κάθε είδους και τη μεταξύ τους αναλογία.</li> <li>• Συσχετίζουν την υγεία και την ασθένεια του ανθρώπου όχι μόνο με την έκφραση των γονιδίων που ο ίδιος φέρει, αλλά και με την έκφραση των γονιδίων των μικροοργανισμών που φιλοξενεί.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τη συμβολή της Μεταγονιδιωματικής στην ανακάλυψη του πλούτου των μικροοργανισμών που δεν μπορούν να καλλιεργηθούν, επειδή διαβιούν σε οικοσυστήματα με ακραίες συνθήκες (π.χ. θαλάσσια ηφαίστεια, θερμοπηγές).</li> </ul>
8. Σύγχρονες εφαρμογές της Βιολογίας στη βελτίωση της ποιότητας ζωής 8.1 Γενετική μηχανική	8.1.1 Γενετική τροποποίηση, Κλωνοποίηση, Γονιδιακή θεραπεία, Μοριακά ψαλίδια (crispr-cas9).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξηγούν τον όρο «γενετικά τροποποιημένος οργανισμός».</li> <li>• Διακρίνουν τη γενετική τροποποίηση από τη μεταλλαγή.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τις εφαρμογές της βιοτεχνολογίας ως αποτέλεσμα των τεχνικών της γενετικής μηχανικής.</li> <li>• Αναφέρουν εφαρμογές της βιοτεχνολογίας στην υγεία, στη γεωργία στην κτηνοτροφία, στη βιομηχανία και στο περιβάλλον.</li> <li>• Αναγνωρίζουν με χρήση παραδειγμάτων τον ρόλο των βιοτεχνολογικών εφαρμογών για τον άνθρωπο.</li> </ul>
8.2 Εφαρμογές τεχνολογιών omics	8.2.1 Κλινική διάγνωση, πρόγνωση και θεραπεία ασθενειών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τις διαδικασίες παραγωγής φαρμακευτικών πρωτεϊνών, μονοκλωνικών αντισωμάτων, εμβολίων και αντιβιοτικών με τη χρήση των τεχνικών του ανασυνδυασμένου DNA.</li> <li>• Περιγράφουν τα στάδια της γονιδιακής θεραπείας διακρίνοντας τις διαφορετικές μορφές της (in vivo, ex vivo).</li> <li>• Αναφέρουν περιπτώσεις ασθενειών που έχει εφαρμοστεί επιτυχώς η γονιδιακή θεραπεία.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τις νέες τεχνικές επεξεργασίας γονιδιώματος των οργανισμών με τη χρήση νουκλεασών («μοριακά ψαλίδια»/νουκλεάσες συστημάτων CRISPR-Cas9, ZFNs, TALENs).</li> <li>• Αναγνωρίζουν τη σημασία των τεχνικών επεξεργασίας ανθρώπινου γονιδιώματος με αναφορά σε συγκεκριμένες θεραπευτικές εφαρμογές τους.</li> <li>• Αναφέρουν θεραπευτικές εφαρμογές με τη χρήση των «μοριακών ψαλιδιών» εστιάζοντας στον μοριακό μηχανισμό των ασθενειών.</li> </ul>
	8.2.2 Φαρμακογονιδιωματική (εξατομικευμένη ιατρική).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγράφουν τη διαδικασία της εξατομικευμένης θεραπείας.</li> <li>• Αναφέρουν ως μέρος της διαγνωστικής διαδικασίας, πριν την έναρξη της θεραπείας, την εξέταση του μοριακού προφίλ των ατόμων.</li> <li>• Συγκρίνουν την εξατομικευμένη θεραπευτική με την κλασική θεραπευτική εντοπίζοντας τα σημεία διαφοροποίησής της.</li> <li>• Αναγνωρίζουν τη φαρμακογονιδιωματική ως ανεπτυγμένο πεδίο της εξατομικευμένης ιατρικής, που εξετάζει τη σχέση ανάμεσα στις γενετικές διαφορές και στην ανταπόκριση στα φάρμακα.</li> <li>• Αξιολογούν τα αποτελέσματα της φαρμακογονιδιωματικής για την κατανόηση των βιολογικών μηχανισμών των νοσημάτων.</li> <li>• Αιτιολογούν με παραδείγματα τη στοχευμένη δράση των φαρμάκων σε συγκεκριμένα γενετικά χαρακτηριστικά των νόσων.</li> </ul>
	8.2.3 Έλεγχος τοξικότητας φαρμάκων/τροφίμων.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ορίζουν τη έννοια της δόσοεξαρτώμενης τοξικότητας των ουσιών για τους οργανισμούς.</li> <li>• Κατανοούν τους μηχανισμούς δράσης των τοξικών ουσιών και τη δυνατότητα παρακολούθησης των τοξικών μεταβολιτών μιας ουσίας με τις ομικές τεχνικές (χαρτογράφηση της σύστασης βιολογικών υγρών).</li> <li>• Απαριθμούν τις επιπτώσεις τοξικότητας ουσιών στα διάφορα στάδια της ανάπτυξης των οργανισμών (DDT, θαλιδομίδη, εμβρυοτοξικότητα, τερατογένεση).</li> <li>• Αναφέρουν παραδείγματα τοξικότητας από την παρουσία ουσιών στο περιβάλλον (ρύπανση, εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα, οργανικές ενώσεις).</li> </ul>
	8.2.4 Μελέτες στις επιστήμες διατροφής.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εντοπίζουν την ανάγκη για νέες ποικιλίες φυτών αιτιολογώντας τη συνεισφορά των ποικιλιών αυτών στην αυξανόμενη ζήτηση</li> </ul>

		<p>τροφίμων σε συνδυασμό με τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Αξιολογούν τις τεχνικές βελτίωσης συνδυαστικά με τις νέες -ομικές τεχνολογίες, με παραδείγματα σχετικά με τη συμβολή τους στη σύγχρονη γεωργία.</li><li>• Αναγνωρίζουν τη διατροφोगονιδιωματική ως τον κλάδο που συνδυάζει τη γονιδιωματική με την επιστήμη της διατροφής με σκοπό την εξατομικευμένη κάλυψη των διατροφικών αναγκών.</li></ul>
--	--	--

Το παρόν Πρόγραμμα Σπουδών - πλην της Βιολογίας Γ' Λυκείου - θα εφαρμοσθεί πιλοτικά - σε συνδυασμό με τα ισχύοντα Προγράμματα Σπουδών - σε όλα τα Πρότυπα και Πειραματικά Γενικά Λύκεια της χώρας κατά τα σχολικά έτη 2021-2022 και 2022-2023.

Από το σχολικό έτος 2023-2024 θα εφαρμοστεί στην Α' τάξη όλων των Γενικών Λυκείων της χώρας.

Από το σχολικό έτος 2024-2025 θα εφαρμοστεί στην Β' τάξη όλων των Γενικών Λυκείων της χώρας.

Από το σχολικό έτος 2025-2026 θα εφαρμοστεί στην Γ' τάξη όλων των Γενικών Λυκείων της χώρας.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 11 Νοεμβρίου 2021

Η Υφυπουργός

**ΖΩΗ ΜΑΚΡΗ**



## ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

Το Εθνικό Τυπογραφείο αποτελεί δημόσια υπηρεσία υπαγόμενη στην Προεδρία της Κυβέρνησης και έχει την ευθύνη τόσο για τη σύνταξη, διαχείριση, εκτύπωση και κυκλοφορία των Φύλλων της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ), όσο και για την κάλυψη των εκτυπωτικών - εκδοτικών αναγκών του δημοσίου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα (ν. 3469/2006/Α' 131 και π.δ. 29/2018/Α' 58).

### 1. ΦΥΛΛΟ ΤΗΣ ΕΦΗΜΕΡΙΔΑΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΦΕΚ)

- Τα **ΦΕΚ σε ηλεκτρονική μορφή** διατίθενται δωρεάν στο **www.et.gr**, την επίσημη ιστοσελίδα του Εθνικού Τυπογραφείου. Όσα ΦΕΚ δεν έχουν ψηφιοποιηθεί και καταχωριστεί στην ανωτέρω ιστοσελίδα, ψηφιοποιούνται και αποστέλλονται επίσης δωρεάν με την υποβολή αίτησης, για την οποία αρκεί η συμπλήρωση των αναγκαίων στοιχείων σε ειδική φόρμα στον ιστότοπο **www.et.gr**.

- Τα **ΦΕΚ σε έντυπη μορφή** διατίθενται σε μεμονωμένα φύλλα είτε απευθείας από το Τμήμα Πωλήσεων και Συνδρομητών, είτε ταχυδρομικά με την αποστολή αιτήματος παραγγελίας μέσω των ΚΕΠ, είτε με ετήσια συνδρομή μέσω του Τμήματος Πωλήσεων και Συνδρομητών. Το κόστος ενός ασπρόμαυρου ΦΕΚ από 1 έως 16 σελίδες είναι 1,00 €, αλλά για κάθε επιπλέον οκτασέλιδο (ή μέρος αυτού) προσαυξάνεται κατά 0,20 €. Το κόστος ενός έγχρωμου ΦΕΚ από 1 έως 16 σελίδες είναι 1,50 €, αλλά για κάθε επιπλέον οκτασέλιδο (ή μέρος αυτού) προσαυξάνεται κατά 0,30 €. Το τεύχος Α.Σ.Ε.Π. διατίθεται δωρεάν.

#### • Τρόποι αποστολής κειμένων προς δημοσίευση:

Α. Τα κείμενα προς δημοσίευση στο ΦΕΚ, από τις υπηρεσίες και τους φορείς του δημοσίου, αποστέλλονται ηλεκτρονικά στη διεύθυνση **webmaster.et@et.gr** με χρήση προηγμένης ψηφιακής υπογραφής και χρονοσήμανσης.

Β. Κατ' εξαίρεση, όσοι πολίτες δεν διαθέτουν προηγμένη ψηφιακή υπογραφή μπορούν είτε να αποστέλλουν ταχυδρομικά, είτε να καταθέτουν με εκπρόσωπό τους κείμενα προς δημοσίευση εκτυπωμένα σε χαρτί στο Τμήμα Παραλαβής και Καταχώρισης Δημοσιευμάτων.

- Πληροφορίες, σχετικά με την αποστολή/κατάθεση εγγράφων προς δημοσίευση, την ημερήσια κυκλοφορία των Φ.Ε.Κ., με την πώληση των τευχών και με τους ισχύοντες τιμοκαταλόγους για όλες τις υπηρεσίες μας, περιλαμβάνονται στον ιστότοπο (**www.et.gr**). Επίσης μέσω του ιστότοπου δίδονται πληροφορίες σχετικά με την πορεία δημοσίευσης των εγγράφων, με βάση τον Κωδικό Αριθμό Δημοσιεύματος (ΚΑΔ). Πρόκειται για τον αριθμό που εκδίδει το Εθνικό Τυπογραφείο για όλα τα κείμενα που πληρούν τις προϋποθέσεις δημοσίευσης.

### 2. ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΕΣ - ΕΚΔΟΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ

Το Εθνικό Τυπογραφείο ανταποκρινόμενο σε αιτήματα υπηρεσιών και φορέων του δημοσίου αναλαμβάνει να σχεδιάσει και να εκτυπώσει έντυπα, φυλλάδια, βιβλία, αφίσες, μπλοκ, μηχανογραφικά έντυπα, φακέλους για κάθε χρήση, κ.ά.

Επίσης σχεδιάζει ψηφιακές εκδόσεις, λογότυπα και παράγει οπτικοακουστικό υλικό.

**Ταχυδρομική Διεύθυνση:** Καποδιστρίου 34, τ.κ. 10432, Αθήνα

Ιστότοπος: **www.et.gr**

**ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ:** 210 5279000 - fax: 210 5279054

Πληροφορίες σχετικά με την λειτουργία του ιστότοπου: **helpdesk.et@et.gr**

#### ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΚΟΙΝΟΥ

**Πωλήσεις - Συνδρομές:** (Ισόγειο, τηλ. 210 5279178 - 180)

**Πληροφορίες:** (Ισόγειο, Γρ. 3 και τηλεφ. κέντρο 210 5279000)

**Παραλαβή Δημ. Ύλης:** (Ισόγειο, τηλ. 210 5279167, 210 5279139)

Αποστολή ψηφιακά υπογεγραμμένων εγγράφων προς δημοσίευση στο ΦΕΚ: **webmaster.et@et.gr**

**Ωράριο για το κοινό:** Δευτέρα ως Παρασκευή: 8:00 - 13:30

Πληροφορίες για γενικό πρωτόκολλο και αλληλογραφία: **grammateia@et.gr**

**Πείτε μας τη γνώμη σας,**

για να βελτιώσουμε τις υπηρεσίες μας, συμπληρώνοντας την ειδική φόρμα στον ιστότοπό μας.

