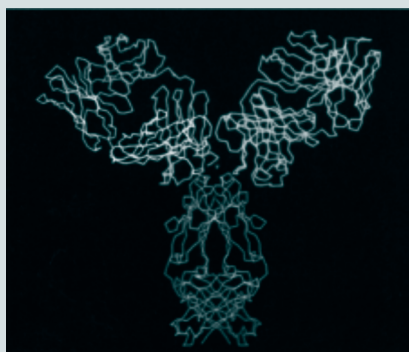
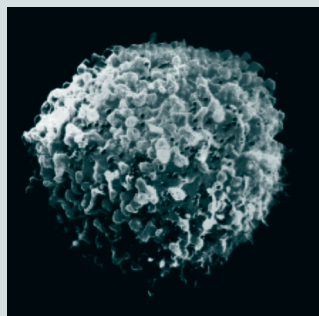
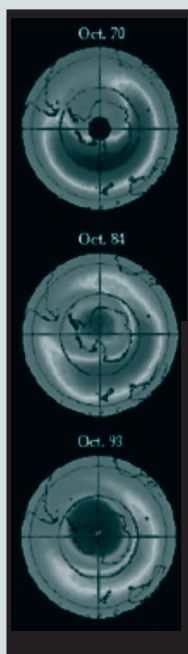


ΒΙΟΛΟΓΙΑ



Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Γενικής Παιδείας

Βιβλίο Καθηγητή

ΔΙΑΝΕΜΕΤΑΙ
ΔΩΡΕΑΝ

Η συγγραφή του βιβλίου είναι αποτέλεσμα συλλογικής εργασίας μελών της Πανελληνίας Ένωσης Βιολόγων, στα πλαίσια του διαγωνισμού του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τη συγγραφή διδακτικών βιβλίων Βιολογίας της Β' και Γ' Λυκείου.

ΟΜΑΔΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ (Α' ΕΚΔΟΣΗΣ)

ΑΔΑΜΑΝΤΙΑΔΟΥ ΣΜ., βιολόγος, μέλος του Διεθνούς Συμβουλίου Μουσείων.

ΓΕΩΡΓΑΤΟΥ Μ., βιολόγος, καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

ΓΙΑΠΙΤΖΑΚΗΣ Χ., δρ Μοριακής, γενετιστής.

ΛΑΚΚΑ Λ., ΔΕΑ Μοριακής Βιολογίας, ΔΕΑ Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. (Συμμετοχή μόνο στον Εργαστηριακό Οδηγό)

ΝΟΤΑΡΑΣ Δ., βιολόγος, Μ.Sc., ιδιωτικός εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

ΦΛΩΡΕΝΤΙΝ Ν., δρ Μοριακής Βιολογίας, κυτταρογενετίστρια.

ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ Γ., ανασοβιολόγος.

ΧΑΝΤΗΚΩΝΤΗ ΟΛ., δρ Βιολογίας, καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. (Συμμετοχή μόνο στον Εργαστηριακό Οδηγό)

ΟΜΑΔΑ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ Α' ΕΚΔΟΣΗΣ

ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ, δρ Βιολογίας, εντεταλμένη επίκουρος καθηγήτρια Βιολογίας.

ΠΑΝΤΑΖΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, βιολόγος, ιδιωτικός εκπαιδευτικός.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΠΕΡΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ, δρ Βιολογίας, μόνιμος πάρεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

ΟΜΑΔΑ ΚΡΙΣΗΣ

ΚΟΥΣΟΥΛΑΚΟΣ Σ., αναπληρωτής καθηγητής Ανάπτυξης Βιολογίας και Ιστολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών.

ΚΑΣΤΟΡΙΝΗΣ ΑΝΤ. δρ βιολογίας, εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

ΚΑΨΑΛΗΣ ΑΘΑΝ., βιολόγος, εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΚΛΕΙΔΩΝΑΡΗ ΜΑΙΡΙΤΑ, φιλόλογος, καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΣΗΣ

ΠΛΑΤΑΝΙΣΤΙΩΤΗ ΣΟΦΙΑ, βιολόγος, Μ.Sc., καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΑΝΔΡΙΩΤΗΣ Α. ΓΕΩΡΓΙΟΣ - Γραφικές τέχνες.

Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ. 7
Ο ρόλος του εκπαιδευτικού.....	8
Ο προγραμματισμός της διδασκαλίας.....	10
Επιδιώξεις, σκοποί και στόχοι της διδασκαλίας του μαθήματος.....	12
Ροή ωριαίας διδασκαλίας.....	16
Διδακτικές ενέργειες.....	18
Αξιολόγηση.....	24
Βιβλιογραφία.....	27
Ενδεικτικός προγραμματισμός ύλης.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ.....	29
Γενικές παρατηρήσεις.....	29
Διδακτικοί στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα.....	30
Παράγραφος 1.1.....	31
Παράγραφος 1.2 & 1.2.1.....	31
Παράγραφος 1.2.2.....	34
Παράγραφος 1.3.....	35
Παράγραφος 1.3.2.....	36
Παράγραφος 1.3.3.....	38
Παράγραφος 1.3.4.....	39
Παράγραφος 1.4.....	40
Παράγραφος 1.5.....	43
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα των παραγράφων 1.1 & 1.2.....	45
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα των παραγράφων 1.3.1, 1.3.2 & 1.3.3.....	55
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα της παραγράφου 1.3.4.....	62
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα της παραγράφου 1.4.....	65
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα της παραγράφου 1.5.....	68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	71
Γενικές παρατηρήσεις	71
Διδακτικοί στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα	72
Παράγραφος 2 & 2.1	73
Παράγραφος 2.2, 2.2.1, 2.2.2 & 2.2.3	74
Παράγραφος 2.3 & 2.3.1	75
Παράγραφος 2.3.2 & 2.3.3	76
Παράγραφος 2.4	78
Παράγραφος 2.4.1 & 2.4.2	78
Παράγραφος 2.4.3 & 2.4.4	80
Ερωτήσεις.....	83
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα της παραγράφου 2.1.....	88
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα της παραγράφου 2.2.....	91
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα της παραγράφου 2.3.....	99
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα της παραγράφου 2.4.....	102
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΕΛΙΞΗ	 109
Γενικές παρατηρήσεις	109
Διδακτικοί στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα	111
Παράγραφος 3.1.1 & 3.1.2	112
Παράγραφος 3.1.3	113
Παράγραφος 3.2	115
Παράγραφος 3.3	116
Παράγραφος 3.4	118
Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής	121
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα των παραγράφων 3.1, 3.2 & 3.3	123
Απαντήσεις στις ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα της παραγράφου 3.4.....	130

Αγαπητέ συνάδελφε,

Το εκπαιδευτικό πακέτο της Βιολογίας Γ΄ τάξης Λυκείου Γενικής Παιδείας αναμορφώθηκε ριζικά σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση της 27-2-2002, ώστε να πληρή τις εξής βασικές προϋποθέσεις: συνέπεια και συνέχεια στην ανάπτυξη των εννοιών και ισότιμη μεταχείριση στην έκταση κάθε διδακτικής ενότητας.

Ως προς το περιεχόμενο του Βιβλίου του Μαθητή, καταβάλαμε κάθε δυνατή προσπάθεια, στο σύντομο χρονικό διάστημα που είχαμε στη διάθεσή μας, ώστε να εξασφαλιστεί η γραμμική ροή στην ανάπτυξη των βασικών όρων κάθε ενότητας, έχοντας πάντα κατά νου ότι συγγράφουμε ένα εγχειρίδιο Γενικής Παιδείας στην ύλη του οποίου οι μαθητές θα κληθούν να διαγωνιστούν πανελληνίως.

Προσθέσαμε παραθέματα με περιεχόμενο ιστορικό ή σχετικό με την επικαιρότητα, ασκήσεις και προβλήματα, δραστηριότητες για ομαδικές εργασίες και μικρές έρευνες, καθώς και κατάλογο με τις Λέξεις - Κλειδιά κάθε ενότητας. Έγινε επίσης προσπάθεια η θεματολογία και η εικονογράφηση να περιλαμβάνουν αντικείμενα ελληνικού ενδιαφέροντος.

Στο Βιβλίο του Καθηγητή προτάσσεται μια γενική εισαγωγή βασισμένη στην παιδαγωγική βιβλιογραφία και ακολουθούν οι προτάσεις μας για τις επιμέρους διδακτικές ενότητες κάθε κεφαλαίου. Κάθε ενότητα περιλαμβάνει το διάγραμμα ροής της διδασκαλίας και το προτεινόμενο εποπτικό υλικό (εικόνες από το παρόν βιβλίο αλλά και από βιβλία Βιολογίας άλλων τάξεων του Λυκείου), προτάσεις για διδακτικές ενέργειες και για δραστηριότητες στο Διαδίκτυο, βιβλιογραφία, καθώς και δικτυακούς τόπους από τους οποίους μπορείς να αντλήσεις υποστηρικτικό υλικό για τη διδασκαλία. Προσθέσαμε πληροφορίες που θα κάνουν, πιστεύουμε, πιο ενδιαφέρουσα την εκπαιδευτική διαδικασία, επιστήσαμε την προσοχή σου σε καταγεγραμμένες παρανοήσεις των μαθητών για κάποιες βασικές έννοιες, κάναμε διευκρινίσεις σχετικά με τα αμφιλεγόμενα για την επιστήμη της Βιολογίας θέματα. Δε συμπεριλάβαμε στις προτάσεις μας τους διδακτικούς στόχους κάθε ενότητας, ο καθορισμός των οποίων αφήνεται εξ ολοκλήρου στη δική σου δικαιοδοσία. Στο τέλος του βιβλίου υπάρχουν οι απαντήσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα του Βιβλίου του Μαθητή, καθώς και επιπλέον ερωτήσεις κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής).

Πολλές από τις επιλογές μας ως προς το περιεχόμενο και ως προς τον τρόπο παράθεσης των διδασκόμενων εννοιών είναι αποτέλεσμα συμβολής του Τμήματος Βιολογίας του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου και των δύο κριτών, κ. Καψάλη και κ. Καστορίνη, των οποίων η πείρα στη συγγραφή σχολικών εγχειριδίων υπήρξε καθοριστική.

Αγαπητέ εκπαιδευτικέ, θεραπεύουμε μια επιστήμη ενδιαφέρουσα, δυναμική, σύγχρονη, με άμεσες εφαρμογές στην καθημερινή ζωή. Ελπίζουμε ότι, πέρα από την προετοιμασία των μαθητών για τις τελικές εξετάσεις, τα βιβλία μας θα σε βοηθήσουν να αναδείξεις αυτές τις πλευρές της Βιολογίας στη συνείδηση των μαθητών, ώστε να κατανοήσουν ότι οι γνώσεις της Βιολογίας Γενικής Παιδείας τούς είναι απαραίτητες για το υπόλοιπο της ζωής τους.

Η τελική κρίση για το βιβλίο που κρατάς στα χέρια σου ανήκει σε σένα και στους μαθητές σου. Οι παρατηρήσεις και τα σχόλιά σου, που θα προκύψουν από τη διδασκαλία του βιβλίου στη σχολική αίθουσα, θα βοηθήσουν να το βελτιώσουμε σε μελλοντική έκδοση.

Μαριάννα Καλαϊτζιδάκη
Γιώργος Πανταζίδης

Ο εκπαιδευτικός που διδάσκει σήμερα Βιολογία στο Λύκειο αντιμετωπίζει προκλήσεις σε δύο επίπεδα. Από τη μια πλευρά, η μεγάλη πρόοδος που έχει σημειωθεί στη Βιολογία την τελευταία δεκαετία έχει οδηγήσει στην παραγωγή νέας γνώσης η οποία ωστόσο δεν αποτέλεσε μέρος της προπτυχιακής κατάρτισης όλων των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Βιολογία στο Λύκειο.

Από την άλλη πλευρά, η ανεπάρκεια της παραδοσιακής διδασκαλίας, όπως έχει δειχθεί από την παιδαγωγική έρευνα, καθιστά αναγκαίες νέες παιδαγωγικές και διδακτικές προσεγγίσεις, που μετατοπίζουν το κέντρο βάρους της μάθησης από το δάσκαλο στον εκπαιδευόμενο, δίνοντας στον εκπαιδευτικό το νέο ρόλο του διαμεσολαβητή της μάθησης.

Γνωρίζοντας τις ανάγκες για επιμόρφωση των εκπαιδευτικών της Μέσης Εκπαίδευσης σε θέματα παιδαγωγικής και διδακτικής μεθοδολογίας, θεωρήσαμε σκόπιμο να συμπεριλάβουμε στο Βιβλίο του Καθηγητή μια εισαγωγή, βασισμένη στην ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, σχετικά με τη μάθηση, το ρόλο του εκπαιδευτικού, το σχεδιασμό της διδασκαλίας και την αξιολόγηση. Η εισαγωγή αυτή απευθύνεται κυρίως στους νέους εκπαιδευτικούς προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως σημείο εκκίνησης για το σχεδιασμό της διδακτικής τους στρατηγικής. Για πληρέστερη ενημέρωση οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ανατρέξουν στην προτεινόμενη βιβλιογραφία.

Ξέρουμε καλά ότι ορισμένες από τις προτάσεις μας δεν είναι εύκολο να εφαρμοστούν στο πλαίσιο ενός μονόωρου μαθήματος, όπως είναι η Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ΄ τάξης του Λυκείου, στο οποίο πρέπει να ολοκληρωθεί η ύλη, να λυθούν ασκήσεις και προβλήματα, να γίνουν εργαστηριακές ασκήσεις. Ωστόσο είναι σκόπιμο να γίνει μια προσπάθεια προς αυτή τη κατεύθυνση προκειμένου να ανταποκριθούμε στις ανάγκες της εκπαίδευσης του 21ου αιώνα.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Ο εκπαιδευτικός είναι ο βασικός παράγοντας για την υλοποίηση του Αναλυτικού Προγράμματος. Είναι εκείνος που θα δώσει σάρκα και οστά σε όσα αποφασίστηκαν στο επίπεδο σχεδιασμού του Αναλυτικού Προγράμματος.

Η επίτευξη αυτών απαιτεί απομάκρυνση από το δασκαλοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας και από την άποψη ότι «διδασκαλία είναι το λέγειν και μάθηση το ακούειν». Η δασκαλοκεντρική ή «μετωπική» διδασκαλία παρουσιάστηκε από τον Κομένιο το 1657 και επιβλήθηκε στη σχολική πράξη το 18ο και το 19ο αιώνα, για να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες της μαζικής εκπαίδευσης. Στη διδασκαλία αυτή ο εκπαιδευτικός είναι το επίκεντρο όλων των ενεργειών, ενώ ο μαθητής καταδικάζεται σε ακινησία, παθητικότητα και αναντίρρητη υπακοή.

Σήμερα μια τέτοια προσέγγιση στη διδασκαλία θεωρείται ανεπαρκής. Οι νεότερες παιδαγωγικές προσεγγίσεις ορίζουν τη διδασκαλία ως τη διαδικασία αλληλεπίδρασης εκπαιδευτικού – εκπαιδευόμενου, *κατά την οποία ο εκπαιδευτικός από μεταδότης της γνώσης μετατρέπεται σε διαμεσολαβητή της μάθησης*, υιοθετώντας μια ποικιλία μεθόδων, τεχνικών και διδακτικών μέσων που προκαλούν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία και ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες ανάγκες, τις κλίσεις και τα ενδιαφέροντά τους.

Είναι γεγονός ότι η μετάβαση από τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας στις νεότερες παιδαγωγικές προσεγγίσεις δεν μπορεί να γίνει εν μια νυκτί. Πέρα από την προσαρμογή του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών και των σχολικών εγχειριδίων, χρειάζεται και ειδική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Βασικοί άξονες αυτής της επιμόρφωσης θα πρέπει να είναι, μεταξύ άλλων, η διαθεματική προσέγγιση εννοιών, η επίλυση πραγματικών προβλημάτων και η σύνδεση της επιστήμης με την καθημερινή ζωή.

Η μάθηση

Παρά την πληθώρα των μελετών η μάθηση παραμένει μια διαδικασία η οποία δεν έχει πλήρως κατανοηθεί και ερμηνευθεί κατά τρόπο απόλυτα αποδεκτό από όλους. Όσα γράφονται και λέγονται για τη μάθηση είναι στην ουσία επιστημονικές υποθέσεις που εξάγονται από την παρατήρηση και τη μελέτη των αποτελεσμάτων της. Η ανάπτυξη της νευροφυσιολογίας, της γνωστικής ψυχολογίας και των άλλων επιστημών που ασχολούνται με τον εγκέφαλο και τη λειτουργία του θα μπορέσει ίσως στο μέλλον να δώσει μια οριστική απάντηση σχετικά με το τι είναι μάθηση και πώς συντελείται.

Κάθε θεωρία μάθησης συνδέεται με ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα

σπουδών, τα ανάλογα σχολικά εγχειρίδια και την κατάλληλη διδακτική πρακτική. Για πολλά χρόνια κυριάρχησε στην εκπαίδευση το μπιχεβιοριστικό μοντέλο μάθησης, σύμφωνα με το οποίο η σχέση μάθησης και διδασκαλίας είναι γραμμική. Το μυαλό του μαθητή θεωρείται άγραφο χαρτί πάνω στο οποίο ο εκπαιδευτικός μπορεί να εγγράψει τη γνώση. Η μάθηση είναι παθητική και αναπαραγωγική διαδικασία. Η γνώση είναι στατική και αντικειμενική και μεταδίδεται από το δάσκαλο και το εγχειρίδιο στο μαθητή. Η έμφαση δίνεται στην ποσότητα και το εύρος της γνώσης. Η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας ελέγχεται με τεστ προόδου που δίνουν έμφαση στην κατάκτηση της γνώσης. Αυτό το διδακτικό μοντέλο είναι δασκαλοκεντρικό. Ο εκπαιδευτικός θεωρείται αυθεντία και οι μαθητές οφείλουν να αναπαραγάγουν τη γνώση όπως αυτή υπάρχει στα σχολικά εγχειρίδια και μεταδίδεται από τον εκπαιδευτικό στην τάξη. Το μοντέλο αυτό, παρ' όλο που επικρατεί ακόμη στη χώρα μας, δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της κοινωνίας του 21ου αιώνα.

Κυρίαρχη θεωρία μάθησης αναδεικνύεται σήμερα η θεωρία της εποικοδόμησης της γνώσης ή κονστρουκτιβισμός. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η γνώση εποικοδομείται ενεργά από τους μαθητές, δε μεταβιβάζεται αλλά ούτε γίνεται αποδεκτή παθητικά. Τα κονστρουκτιβιστικά διδακτικά μοντέλα είναι μαθητοκεντρικά, δίνουν έμφαση στις συνεργατικές διαδικασίες, ενώ έχουν ως κύριο στοιχείο τους τις ιδέες των μαθητών. Αναδεικνύουν τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών για τις επιστημονικές έννοιες και προωθούν την αναδιοργάνωση των αντιλήψεων αυτών μέσα από τη συζήτηση και την πειραματική διερεύνηση. Η θεωρία αυτή θέτει καινούριες βάσεις για το σχεδιασμό νέων Αναλυτικών Προγραμμάτων, καθώς και ένα διαφορετικό ρόλο για τον εκπαιδευτικό, ο οποίος στην περίπτωση αυτή προκαλεί και συντονίζει συζητήσεις και επιλέγει σύμφωνα με τις ιδέες των μαθητών τις κατάλληλες ενέργειες που θα τους οδηγήσουν στη γνώση.

Ο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Ο προγραμματισμός της διδασκαλίας γίνεται σε διαφορετικά επίπεδα και διακρίνεται σε μακροπρόθεσμο, μεσοπρόθεσμο, εβδομαδιαίο και ωριαίο. Τα τρία πρώτα επίπεδα καθορίζονται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα και τη διάταξη της ύλης στο σχολικό εγχειρίδιο. Ο προγραμματισμός της ωριαίας διδασκαλίας είναι αποκλειστικά έργο του εκπαιδευτικού. Στο πλαίσιο του ωριαίου προγραμματισμού ο εκπαιδευτικός:

- Προβληματίζεται και αναζητεί τρόπους υλοποίησης των στόχων της εκπαίδευσης μέσα από τις δυνατότητες που παρέχει η φύση και το περιεχόμενο της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας.
- Μορφοποιεί και ιεραρχεί τους διδακτικούς στόχους της ωριαίας διδασκαλίας.
- Επιλέγει τις διδακτικές ενέργειες που προσφέρονται για την υλοποίηση των διδακτικών στόχων.

Η χρονική διάρκεια κάθε διδακτικής ενέργειας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη από τον εκπαιδευτικό, διαφορετικά μπορεί να οδηγήσει σε πλατειασμούς και δυσανάλογη κατανομή του χρόνου στις διάφορες δραστηριότητες, με συνέπεια ημιτελείς διδασκαλίες.

Η διδασκαλία δε λαμβάνει χώρα στο κενό αλλά μέσα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο συνθηκών που το διαμορφώνουν οι δυνατότητες, οι γνώσεις, οι ελλείψεις, οι ανάγκες και οι προτιμήσεις όλων όσοι μετέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Γι' αυτό έργο του εκπαιδευτικού είναι να διερευνήσει τις υποκειμενικές προϋποθέσεις της διδασκαλίας, δηλαδή τη γνωστική, τη συναισθηματική, την ψυχοκινητική και την κοινωνική διάσταση των μαθητών του, καθώς και τις προσωπικές του επιστημονικές και μεθοδολογικές δυνατότητες. Από τα ατομικά χαρακτηριστικά των μαθητών ιδιαίτερη σημασία έχουν οι προϋπάρχουσες γνώσεις, το επίπεδο άγχους, η αυτοαντίληψη και το ενδιαφέρον τους. Οι παράγοντες αυτοί επιβάλλουν στον εκπαιδευτικό να χρησιμοποιεί ποικιλία υλικών, μεθόδων και τρόπων επικοινωνίας, και να προσαρμόζει ανάλογα τους στόχους και τις επιδιώξεις του για όλους τους μαθητές. Επειδή μέσα στις συνθήκες της μαζικής εκπαίδευσης δεν είναι δυνατή η απόλυτη εξατομίκευση της διδασκαλίας, η ποικιλία μεθόδων, τεχνικών, μέσων και προσεγγίσεων ανταποκρίνεται εναλλακτικά στις ανάγκες και στο στίλ μάθησης όλων των μαθητών, ενώ ταυτόχρονα τους ωθεί να προσαρμόζονται σε διαφορετικές συνθήκες μάθησης.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι απόψεις και οι προτάσεις των μαθητών για το διδασκόμενο θέμα, οι οποίες ανοίγουν στον εκπαιδευτικό «παράθυρο» στον τρόπο σκέψης των μαθητών του και μπορεί να λειτουργήσουν ως σημεία εκκίνησης της διδασκαλίας.

Επιπλέον ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να λάβει υπόψη του και τις αντικειμενικές προϋποθέσεις της διδασκαλίας, δηλαδή την υλικοτεχνική υποδομή του σχολείου (εποπτικά μέσα, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, εργαστήρια, όργανα πειραμάτων κτλ.), το διαθέσιμο διδακτικό υλικό, το Αναλυτικό Πρόγραμμα και τις ανάγκες του κοινωνικού περιγύρου.

Ο προγραμματισμός της διδασκαλίας παρέχει αίσθημα ασφάλειας στον εκπαιδευτικό και δε λειτουργεί ως περιοριστικός φραγμός για τις αυθόρμητες και στιγμιαίες εμπνεύσεις και πρωτοβουλίες που δημιουργεί η ζωντανή φύση της διδακτικής αλληλεπίδρασης. Έχει μάλιστα αποδειχθεί ότι ο ενθουσιασμός του εκπαιδευτικού, ο οποίος εκφράζεται με τη ζωντάνια της διήγησης και της συζήτησης, με τη δραματοποίηση, με το πλούσιο εποπτικό υλικό, με την άριστη ενημέρωσή του, με όλους τους άμεσους και έμμεσους τρόπους που δηλώνουν ότι ο εκπαιδευτικός ενδιαφέρεται για το αντικείμενο διδασκαλίας του και χαίρεται αυτό που κάνει, ασκεί θετική επίδραση στους μαθητές.

Ο σχεδιασμός της ωριαίας διδασκαλίας

Οι εκπαιδευτικοί, για να οργανώσουν το μάθημά τους μέσα στην τάξη, ακολουθούν κάποια διαδικασία, η οποία μπορεί να ποικίλλει, αλλά σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

Στάδιο 1: Καθορισμός διδακτικών στόχων.

Στάδιο 2: Επιλογή κατάλληλων διδακτικών ενεργειών.

Στάδιο 3: Υλοποίηση διδασκαλίας.

Στάδιο 4: Αξιολόγηση επίτευξης διδακτικών στόχων.

ΕΠΙΔΙΩΞΕΙΣ, ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πολλοί εκπαιδευτικοί παραδέχονται ότι ο κύριος στόχος τους είναι η επιτυχία των μαθητών στις εξετάσεις. Αν μάλιστα θεωρούν τις εξετάσεις ως τρόπο ελέγχου των γνωστικών μόνο ικανοτήτων του μαθητή, όπως είναι η ανάκληση στη μνήμη του γεγονότων, ορισμών, νόμων κτλ., τότε η διδασκαλία τους περιορίζεται απλώς στη μεταβίβαση όσο το δυνατόν περισσότερων πληροφοριών, με την ελπίδα ότι τελικά κάτι θα μείνει στο μαθητή. Οι περισσότεροι από εμάς έχουμε ανάλογη εμπειρία και σχεδόν όλοι έχουμε διδάχτει με αυτό τον τρόπο.

Οι σκοποί και οι στόχοι ενός μαθήματος καθορίζουν τις γνώσεις, τις ικανότητες και τις στάσεις που αναμένουμε να αποκτήσουν οι μαθητές μας ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας μας.

Οι σκοποί μαρτυρούν την πρόθεση και το γενικό προσανατολισμό της διδασκαλίας, χωρίς όμως να παρέχουν σημαντική πρακτική βοήθεια όταν ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει τις καθημερινές σχολικές δραστηριότητες. Οι σκοποί είναι συνήθως μακροπρόθεσμοι.

Οι στόχοι είναι πιο ειδικοί και βραχυπρόθεσμοι. Εκτός από τη βοήθεια που παρέχουν στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων, είναι πολύ χρήσιμοι στην αξιολόγηση της διδασκαλίας.

Η αξιολόγηση θα πρέπει να δίνει πληροφορίες σχετικά με την επίτευξη των στόχων **από το σύνολο των μαθητών** και να χρησιμεύει ως βάση για την αναθεώρηση των δραστηριοτήτων ή το σχεδιασμό νέων, ώστε να μην προκαλούνται στους μαθητές γνωστικά κενά. Στο πλαίσιο της διαδικασίας αξιολόγησης, όταν πρόκειται για σημαντικές γραπτές εξετάσεις, οι ερωτήσεις που τίθενται θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν κυρίως τους γενικούς στόχους. Αν πρόκειται όμως για μικρά τεστ στη διάρκεια της ωριαίας διδασκαλίας, τότε θα πρέπει να δίνεται προτεραιότητα στους επιμέρους στόχους, ώστε να διαπιστωθεί η πρόοδος των μαθητών και να εντοπιστούν τα σημεία που παρουσιάζουν ιδιαίτερη δυσκολία.

Στη βιβλιογραφία μπορεί κανείς να βρει διάφορα συστήματα ταξινόμησης των διδακτικών στόχων, από τα οποία πιο διαδεδομένο είναι το σύστημα του Bloom. Σύμφωνα μ' αυτό, οι διδακτικοί στόχοι διακρίνονται σε:

- 📖 **γνωστικούς**, οι οποίοι συνδέονται με τις νοητικές διαδικασίες (συλλογισμό, σχεδιασμό, κριτική κτλ.),
- 📖 **συναισθηματικούς**, οι οποίοι έχουν σχέση με τα συναισθήματα, τις στάσεις και τις αξίες, και
- 📖 **ψυχοκινητικούς**, όπως είναι για παράδειγμα η απόκτηση δεξιοτήτας χειρισμού του εργαστηριακού εξοπλισμού ή του ηλεκτρονικού υπολο-

γιστή, η απόκτηση δεξιότητας στο σχέδιο κτλ.

Οι τρεις αυτές βασικές κατηγορίες στόχων έχουν επιμέρους υποδιαιρέσεις. Οι γνωστικοί στόχοι, για παράδειγμα, κλιμακώνονται σε έξι επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας και παιδαγωγικής σπουδαιότητας:

1) **Γνώση.** Είναι η κατώτερη μορφή μάθησης, κατά την οποία ο μαθητής απομνημονεύει το αντικείμενο διδασκαλίας και είναι σε θέση να ανακαλέσει στη μνήμη του όρους, γεγονότα, σύμβολα, αρχές, τάσεις, θεωρίες κτλ.

2) **Κατανόηση.** Ο μαθητής έχει αφομοιώσει όσα στοιχεία απομνημόνευσε στο προηγούμενο επίπεδο και είναι σε θέση να συνοψίσει, να αντιδιαστείλει, να υπολογίσει, να εξηγήσει, να γενικεύσει, να ορίσει, να παραφράσει και να επεκτείνει τα γνωστικά στοιχεία που κατέχει.

3) **Εφαρμογή.** Με εφόδιο τη γνώση που απέκτησε στα προηγούμενα στάδια ο μαθητής είναι σε θέση να οργανώσει, να υπολογίσει, να μετασχηματίσει και να επιλύσει συγκεκριμένες προβληματικές καταστάσεις.

4) **Ανάλυση.** Ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να διακρίνει τα επιμέρους στοιχεία ενός θέματος ή μιας κατάστασης και να εντοπίσει τις δομικές, χρονικές και αιτιώδεις σχέσεις που τα διέπουν, καθώς επίσης να αναδειξει τα στοιχεία που προκαλούν λογικά ή λειτουργικά προβλήματα.

5) **Σύνθεση.** Είναι η αντίστροφη διαδικασία της ανάλυσης και αναφέρεται στην ικανότητα του μαθητή να ενοποιήσει τη γνώση του και να προτείνει σχέδιο δράσης για την επίλυση προβλημάτων.

6) **Αξιολόγηση.** Είναι το επίπεδο μάθησης κατά το οποίο ο μαθητής αναλύει, συγκρίνει, αξιολογεί και αποφασίζει (με βάση την προσωπική του άποψη) για μεθόδους, ιδέες, πρόσωπα κτλ. αξιοποιώντας συγκεκριμένα κριτήρια.

Τα τρία πρώτα επίπεδα (γνώση, κατανόηση, εφαρμογή) θεωρείται ότι αποτελούν τα «κατώτερα» επίπεδα της ταξινόμησης, στα οποία εξαντλείται κατά κανόνα η παραδοσιακή διδασκαλία.

Η ταξινόμηση του Bloom χρησιμοποιήθηκε ευρέως, όμως έχει υποστεί και αυστηρή κριτική λόγω της μηχανοποίησης που επιφέρει στη διδασκαλία. Γεγονός είναι ότι συνέβαλε στο να κατανοήσουν οι εκπαιδευτικοί την αναγκαιότητα διατύπωσης διδακτικών στόχων -στόχων που προχωρούν πέρα από την απλή απομνημόνευση- και να συνδέσουν έτσι την αξιολόγηση με τον προγραμματισμό της διδασκαλίας.

Θα εξετάσουμε στη συνέχεια τους γενικούς στόχους της διδασκαλίας της Βιολογίας στο Ενιαίο Λύκειο, όπως διατυπώνονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, και θα τους κατατάξουμε σύμφωνα με το σύστημα του Bloom.

Στόχος	Η διδασκαλία της Βιολογίας στο Λύκειο πρέπει να συμβάλλει:
Γνωστικός	1. Στην απόκτηση γνώσεων σχετικά με έννοιες, θεωρίες, νόμους και αρχές που αφορούν τη Βιολογία, ώστε ο μαθητής να είναι ικανός να «ερμηνεύει» καταστάσεις ή διαδικασίες που αφορούν τους οργανισμούς και τις σχέσεις τους με το περιβάλλον στο οποίο ζουν.
Συναισθηματικός	2. Στην ανάπτυξη της προσωπικότητας του μαθητή, καλλιεργώντας την ανεξάρτητη σκέψη του, την αγάπη του για εργασία, την ικανότητά του για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων και τη δυνατότητά του για επικοινωνία και συνεργασία με άλλα άτομα.
Συναισθηματικός	3. Στην πρόκληση του ενδιαφέροντος του μαθητή για αναζήτηση της γνώσης όχι μόνο για θέματα που σχετίζονται με τη Βιολογία.
Γνωστικός	4. Στην καλλιέργεια της ικανότητας του μαθητή να αναγνωρίζει την ενότητα και τη συνέχεια της επιστημονικής γνώσης σε θέματα που αφορούν τους οργανισμούς, όπως επίσης και τη σχέση της Βιολογίας με τις άλλες επιστήμες.
Γνωστικός	5. Στην εξοικείωση του μαθητή με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την επιστημονική μεθοδολογία.
Συναισθηματικός	6. Στην απόκτηση σεβασμού για την ανθρώπινη ζωή.
Συναισθηματικός	7. Στην ανάπτυξη αισθητικών αξιών όσον αφορά το περιβάλλον.
Συναισθηματικός	8. Στην απόκτηση σεβασμού και αγάπης για όλους τους οργανισμούς.
Συναισθηματικός	9. Στην ανάπτυξη προβληματισμού σχετικά με τη συμβολή της Βιολογίας στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου.

Γνωστικός/Συναισθηματικός	10. Στην απόκτηση γνώσεων σχετικά με την οργάνωση και τη λειτουργία του κοινωνικού περιβάλλοντος και στην ενίσχυση της ικανότητας του μαθητή να συμμετέχει στις προσπάθειες για την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων.
Γνωστικός	11. Στην εξοικείωση του μαθητή με τη συλλογή πληροφοριών από επιστημονικές πηγές ή από πλήρεις μελέτες, αξιοποιώντας και την τεχνολογία της Πληροφορικής, όπου αυτό είναι δυνατόν, όχι μόνο για την αναζήτηση αλλά και για τον έλεγχο των πληροφοριών.
Συναισθηματικός	12. Στην απόκτηση από το μαθητή της ικανότητας να επικοινωνεί και να συνεργάζεται με επιστημονικούς και κοινωνικούς φορείς, να συλλέγει και να ανταλλάσσει πληροφορίες και να παρουσιάζει τις σκέψεις ή τα συμπεράσματα από τις μελέτες του.

Από τους δώδεκα γενικούς στόχους - επιδιώξεις της βιολογικής παιδείας στο Λύκειο οι πέντε έχουν σαφώς γνωστικό περιεχόμενο, ενώ οι υπόλοιποι ταξινομούνται ως συναισθηματικοί, συνδέονται δηλαδή με στάσεις - διαθέσεις. Συχνά παρατηρείται αναντιστοιχία ανάμεσα στους στόχους του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών και στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων ή τη διδακτική πρακτική, αφού στα εγχειρίδια και στη διδασκαλία αγνοούνται οι συναισθηματικοί στόχοι και όλο το βάρος δίνεται στους γνωστικούς.

Ανατρέχοντας στη διεθνή βιβλιογραφία μπορεί κανείς να βρει διάφορα σχήματα ωριαίας διδασκαλίας, που περιλαμβάνουν συγκεκριμένες φάσεις (τρεις φάσεις, πέντε φάσεις κτλ.). Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται μια ωριαία διδασκαλία επτά φάσεων (Ματσαγγούρας Η., *Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας*, τόμ. Β', Gutenberg, 1998), που έχει τα εξής χαρακτηριστικά: η πρώτη φάση προετοιμάζει ψυχολογικά και γνωσιολογικά τους μαθητές, η δεύτερη φέρνει τους μαθητές σε επαφή με το διδακτικό αντικείμενο, η τρίτη βοηθάει την επεξεργασία, η τέταρτη προσφέρει ευκαιρίες εφαρμογής, η πέμπτη ελέγχει και ανατροφοδοτεί την κατανόηση, η έκτη κάνει συστηματοποίηση και ανακεφαλαίωση της νέας γνώσης και, τέλος, η έβδομη αξιολογεί το βαθμό κατανόησης της νέας γνώσης που πέτυχαν οι μαθητές και τον τρόπο σκέψης που ακολούθησαν.

Πίνακας: Διάρθρωση ωριαίας διδασκαλίας

- Πρώτη φάση: Προετοιμασία ψυχολογική και γνωσιολογική
 - Εξέταση προηγούμενου μαθήματος
 - Ψυχολογική προετοιμασία
 - Προβληματοποίηση διδακτικού αντικειμένου
 - Γνωσιολογική προετοιμασία
 - Μεθοδολογική προετοιμασία
- Δεύτερη φάση: Επαφή μαθητή με δεδομένα
 - Πληροφόρηση, επίδειξη ή αναζήτηση δεδομένων
 - Ενεργοποίηση στρατηγικών κατανόησης
- Τρίτη φάση: Επεξεργασία δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων
 - Οργανωτική επεξεργασία
 - Αναλυτική επεξεργασία
 - Παραγωγική επεξεργασία
 - Συστηματοποίηση συμπερασμάτων
- Τέταρτη φάση: Εφαρμογή νέας γνώσης
 - Εξάσκηση μαθητών σε παρόμοιες καταστάσεις
 - Γενίκευση της νέας γνώσης
 - Μεταφορά της νέας γνώσης
- Πέμπτη φάση: Έλεγχος και ανατροφοδότηση κατανόησης
 - Έλεγχος κατανόησης με ερωτήσεις

- Έλεγχος ατομικών εργασιών
- Ανατροφοδότηση με επαναλήψεις ή διορθώσεις και ασκήσεις εμπλουτισμού

Έκτη φάση: Ανακεφαλαίωση

- Λεκτική
- Σχηματική
- Απολογιστική

Έβδομη φάση: Αξιολόγηση

Μαθησιακή αξιολόγηση:

- αξιολόγηση δηλωτικής γνώσης
- αξιολόγηση διαδικαστικής γνώσης
- αξιολόγηση στάσεων

Ωστόσο τέτοιες σχηματοποιήσεις τυποποιούν τη διδασκαλία. Οι νεότερες προσεγγίσεις συγκλίνουν υπέρ πιο ευέλικτων διδακτικών σχημάτων. Σημαντικά πάντως θεωρούνται η ενημέρωση των μαθητών για τους στόχους της συγκεκριμένης διδασκαλίας, η προϋπάρχουσα γνώση τους και η διέγερση του ενδιαφέροντος και της προσοχής τους με κατάλληλες διδακτικές ενέργειες.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Ερωτήσεις

Η υποβολή ερωτήσεων είναι μια σημαντική μέθοδος που χρησιμοποιείται από τον εκπαιδευτικό για να ενθαρρύνει πρωτοβουλίες ή αντιδράσεις εκ μέρους των μαθητών. Οι ερωτήσεις χωρίζονται σε «ανοικτές» ή αποκλίνουσες και σε «κλειστές» ή συγκλίνουσες.

Οι ανοικτές ή αποκλίνουσες ερωτήσεις ενθαρρύνουν τους μαθητές να διατυπώσουν τη γνώμη τους, να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους, να ασκήσουν την παρατηρητικότητα τους. Επιπλέον λειτουργούν καταλυτικά για την έναρξη και τη ζωντάνια μιας συζήτησης.

Μερικές φορές οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τις κλειστές ή συγκλίνουσες ερωτήσεις προκειμένου να καταγράψουν μια συγκεκριμένη απάντηση, που θα τους επιτρέψει να προχωρήσουν με τον τρόπο που εκείνοι έχουν σκεφθεί. Αυτό θεωρείται επικίνδυνο, γιατί οδηγεί τον εκπαιδευτικό σε εκτιμήσεις του τύπου: «Πολύ καλή απάντηση, αλλά δε ζητούσα αυτό ακριβώς». Με τέτοιες παρατηρήσεις η τάξη δεν αποτελεί χώρο ανταλλαγής ιδεών, ενώ οι μαθητές πασχίζουν να μαντέψουν την απάντηση που θέλει να ακούσει ο δάσκαλος.

Ο εκπαιδευτικός μπορεί να μαγνητοφωνήσει κάποιες από τις διδασκαλίες του και να ελέγξει τα είδη των ερωτήσεων που θέτει. Όσο περισσότερο χρησιμοποιεί τις συγκλίνουσες ερωτήσεις, τόσο περισσότερο επιδιώκει απαντήσεις με σαφή διατύπωση, και τείνει να βλέπει το μαθητή ως παθητικό άτομο που απλώς απαντά στο δάσκαλο. Όσο περισσότερο χρησιμοποιεί αποκλίνουσες ερωτήσεις, τόσο περισσότερο παρακινεί τους μαθητές να παρατηρούν, να προβλέπουν και να δραστηριοποιούνται.

Συζήτηση

Η συζήτηση βοηθάει την ανάλυση θεμάτων και διαφορετικών ιδεών, και μπορεί να οδηγήσει στην αλλαγή στάσης των μαθητών απέναντι στο διδακτικό αντικείμενο. Κάποιες ενέργειες που ενθαρρύνουν τη συμμετοχή των μαθητών στη συζήτηση είναι: η έκφραση ευχαρίστησης του εκπαιδευτικού για τις απαντήσεις που πήρε, η οπτική επαφή του εκπαιδευτικού με το μαθητή που απαντά, η χρησιμοποίηση από τον εκπαιδευτικό του ονόματος του μαθητή στον οποίο απευθύνεται, η μετακίνηση του εκπαιδευτικού ανάμεσα στους μαθητές, η προσοχή στα συναισθήματα των παιδιών και η αποφυγή χρησιμοποίησης απαξιωτικών εκφράσεων.

Από την άλλη μεριά, θα πρέπει να αποτρέπεται με εύσχημο τρόπο η προσπάθεια ορισμένων μαθητών να μονοπωλήσουν τη συζήτηση, ενώ α-

ντίθετα θα πρέπει να ενθαρρύνονται οι συγκρατημένοι μαθητές να εκφράσουν την άποψή τους μπροστά στους συμμαθητές τους.

Ερωτήσεις που υπερβαίνουν τη διδασκόμενη ύλη και τις πληροφορίες του σχολικού εγχειριδίου μπορεί να γίνουν αντικείμενο ατομικής ή ομαδικής εργασίας από τους μαθητές.

Ατομικές εργασίες

Οι εργασίες προκύπτουν συνήθως ως αποτέλεσμα του μεγάλου ενδιαφέροντος ενός ή περισσότερων μαθητών να διερευνήσουν ένα θέμα για το οποίο δεν μπορεί να δοθεί απάντηση από τη συζήτηση που διεξάγεται μέσα στην τάξη. Τέτοιες δραστηριότητες μπορεί να εξελιχθούν σε μακροπρόθεσμες μαθητικές έρευνες.

Ο εκπαιδευτικός πρέπει να βοηθήσει το μαθητή στη φάση του προγραμματισμού, χωρίς όμως να τον καθοδηγήσει προς μια ορισμένη κατεύθυνση που ο ίδιος έχει επιλέξει. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι να βοηθήσει το μαθητή μέχρι να θέσει με σαφήνεια το πρόβλημα, να σχεδιάσει και να προχωρήσει τη διαδικασία αναζήτησης ικανοποιητικά, ώστε να έχει ο μαθητής τη χαρά της προσωπικής εργασίας στη διερεύνηση ενός θέματος.

Με τις εργασίες εξάλλου πραγματώνεται και ο στόχος του Αναλυτικού Προγράμματος, σχετικά με τη διδασκαλία της Βιολογίας στο Λύκειο, που αφορά την ικανότητα της αναζήτησης πληροφοριών από διάφορες πηγές και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης του μαθητή σχετικά με τις εφαρμογές της Βιολογίας.

Ομαδικές εργασίες

Μοντέλο για τις ομαδικές εργασίες θα μπορούσε να αποτελέσει η μέθοδος project. Αφορμές και ερεθίσματα για το θέμα μιας εργασίας μπορεί να δοθούν από το σχολείο (σχολικό εγχειρίδιο, σχολικό περιβάλλον) αλλά και από το ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον (δημοσιεύματα στον τοπικό Τύπο, συγκεκριμένα προβλήματα της τοπικής κοινότητας). Στο Βιβλίο του Μαθητή, υπό τον τίτλο «Δραστηριότητες», υπάρχουν προτάσεις για ομαδικές εργασίες, δεν είναι όμως δεσμευτικό να αποτελέσουν αυτές αντικείμενο επεξεργασίας και όχι κάποιες άλλες της επιλογής του καθηγητή ή των μαθητών.

Σε γενικές γραμμές, οι ομαδικές εργασίες βοηθούν το μαθητή να καλλιεργήσει δεξιότητες όπως η συνεργασία και ο καταμερισμός της εργασίας, η συλλογή δεδομένων από διάφορες πηγές (βιβλιοθήκες, κυβερνητι-

κούς φορείς, δειγματοληψίες ή πειραματικές καταγραφές, Διαδίκτυο, ειδικούς επιστήμονες κτλ.), η επεξεργασία των δεδομένων και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Βοηθούν επίσης το μαθητή να καλλιεργήσει γλωσσικές δεξιότητες που αφορούν τη συγγραφή της εργασίας αλλά και την προφορική παρουσίασή της. Με τις ομαδικές εργασίες επιτυγχάνεται το «άνοιγμα» του σχολείου στην κοινότητα και αναδεικνύεται η σχέση της Βιολογίας με την καθημερινή ζωή. Είναι, τέλος, μια μοναδική ευκαιρία για τη διαθεματική προσέγγιση ενός θέματος, υπερβαίνοντας τον κατακερματισμό των γνωστικών αντικειμένων του Αναλυτικού Προγράμματος.

Παιχνίδια ρόλων

Τα παιχνίδια ρόλων είναι γνωστά στους εκπαιδευτικούς που έχουν ασχοληθεί με προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, όμως η παιδαγωγική τους αξία δεν περιορίζεται μόνο στα περιβαλλοντικά θέματα.

Μέσα από τη δραματοποίηση μιας ενδιαφέρουσας για τους μαθητές κατάστασης της πραγματικής ζωής αναδεικνύονται οι συγκρούσεις, εκφράζονται οι διαφορετικές απόψεις και τα συναισθήματα και διατυπώνονται προτάσεις. Πιο συγκεκριμένα:

- ☞ Επιλέγεται ένα υπαρκτό πρόβλημα της σχολικής ή της τοπικής κοινότητας και «στήνεται» το σενάριο: οι μαθητές θα επιχειρήσουν μέσω μιας τηλεοπτικής εκπομπής ή μιας δημόσιας συζήτησης να επιλύσουν το πρόβλημα.
- ☞ Καταγράφονται οι εμπλεκόμενες κοινωνικές ομάδες (ρόλοι).
- ☞ Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες, καθεμία από τις οποίες αναλαμβάνει να εκπροσωπήσει μία από τις εμπλεκόμενες ομάδες, διατυπώνοντας συγκεκριμένα επιχειρήματα. Το στάδιο αυτό απαιτεί προετοιμασία, δηλαδή τη συγκέντρωση πληροφοριών από διάφορες πηγές: βιβλία, εγκυκλοπαίδειες, σχολικά εγχειρίδια, ειδικούς επιστήμονες, διάφορες κρατικές υπηρεσίες, μη κυβερνητικές οργανώσεις, Διαδίκτυο, εφημερίδες, περιοδικά κτλ.
- ☞ Η υλοποίηση του σεναρίου γίνεται στην τάξη, στην οποία ο εκπαιδευτικός έχει φροντίσει να δημιουργήσει την κατάλληλη ατμόσφαιρα προσκομίζοντας κείμενα, φωτογραφίες, αφίσες κτλ. Το υλικό αυτό μπορεί να συλλεχθεί και από τους ίδιους τους μαθητές στο πλαίσιο της έρευνας για τη σκιαγράφηση του ρόλου τους.
- ☞ Κάθε ομάδα παρουσιάζει τις απόψεις της και μέσα από την ενεργητική συμμετοχή όλων γίνεται προσπάθεια για την ανεύρεση μιας ή περισσότερων κοινά αποδεκτών λύσεων στο πρόβλημα.
- ☞ Στο τέλος γίνεται συζήτηση, για να αποτιμηθεί τόσο η γνώση που απο-

κλήθηκε όσο και ολόκληρη η διαδικασία.

Με τα παιχνίδια ρόλων ο μαθητής αντιλαμβάνεται την πολυπλοκότητα των σύγχρονων κοινωνικών προβλημάτων, διακρίνει τις συγκρούσεις και τις αντιπαραθέσεις των διάφορων κοινωνικών ομάδων, διαπιστώνει ότι δεν είναι πάντα εύκολη η εξεύρεση λύσεων, μαθαίνει να ακούει και να λαμβάνει υπόψη του τις απόψεις των άλλων. Γνωρίζει την οργάνωση του κοινωνικού περιβάλλοντος και τις αρμοδιότητες των διάφορων φορέων, ασκείται στο να αναζητά πληροφορίες, να τις ελέγχει και να εκθέτει τις απόψεις του. Μαθαίνει επίσης να συνδιαλέγεται για την εξεύρεση λύσεων κοινωνικά αποδεκτών.

Η αξιοποίηση του περιβάλλοντος (Εργασίες πεδίου)

Το φυσικό περιβάλλον είναι στην ουσία ένα υπαίθριο εργαστήριο όπου οι μαθητές μπορούν να προσεγγίσουν έννοιες όπως αυτές του οικοσυστήματος, της τροφικής αλυσίδας κτλ. Μπορούν επίσης να ευαισθητοποιηθούν για διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως είναι η ρύπανση της ατμόσφαιρας, η καταστροφή των δασών, η διάβρωση, η ηχορρύπανση, η μείωση της βιοποικιλότητας, η ερημοποίηση, η αστικοποίηση κτλ.

Η επιστημονική μέθοδος

Ο επιστημονικός τρόπος σκέψης μπορεί να βοηθήσει τον άνθρωπο σε κάθε βήμα της ζωής του προκειμένου να αντιμετωπίσει προβλήματα που χρειάζονται μελέτη, κριτική ικανότητα και λογικά επιχειρήματα. Χωρίς την ικανότητα να σκέφτονται κριτικά οι πολίτες είναι έρμαιο του δογματισμού και της εξαπάτησης. Σήμερα οι επιστημονικές γνώσεις και οι νοητικές δεξιότητες θεωρούνται απαραίτητες για την επιβίωση σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο κόσμο.

Σε γενικές γραμμές, τα στάδια στα οποία διακρίνεται η επιστημονική μέθοδος είναι:

- 1) προσδιορισμός του προβλήματος,
- 2) διατύπωση του προβλήματος σε μορφή κατάλληλη για έρευνα,
- 3) διατύπωση υποθέσεων,
- 4) σχεδιασμός πειραματικής διαδικασίας,
- 5) διεξαγωγή πειράματος,
- 6) καταγραφή πειραματικών δεδομένων,
- 7) ερμηνεία των αποτελεσμάτων και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τις δεξιότητες αυτές οι μαθητές μπορούν να τις αποκτήσουν και με τη διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων που περιγράφονται στον Οδηγό Εργαστηριακών Ασκήσεων. Όπως έχει όμως ήδη αναφερθεί, οι δεξιότητες αυτές ασκούνται και μέσα από ομαδικές ή ατομικές εργασίες σαν αυτές που προτείνονται στο Βιβλίο του Μαθητή.

Εποπτικό υλικό

Σήμερα υπάρχουν στη διάθεση του εκπαιδευτικού ποικίλα οπτικοακουστικά μέσα όπως βιντεοκασέτες, εκπαιδευτικά CD-ROM κτλ. Ωστόσο ο εκπαιδευτικός μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματικός, εάν με λίγη σκέψη και επιδεξιότητα δημιουργήσει ο ίδιος το εποπτικό υλικό που χρειάζεται.

- Χάρτες και αφίσες τοίχου: Είναι σημαντικό να ενσωματωθούν στη διδασκαλία και να μη χρησιμοποιούνται απλώς διακοσμητικά. Κρατικοί φορείς και μη κυβερνητικές οργανώσεις διαθέτουν χάρτες και αφίσες με θέματα σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, όπως είναι τα απειλούμενα είδη, οι προστατευόμενες περιοχές, η χλωρίδα και η πανίδα της χώρας μας. Όλο αυτό το υλικό μπορούν να το προμηθευτούν οι εκπαιδευτικοί, αρκεί να το ζητήσουν εγγράφως από τους αρμόδιους φορείς.
- Τηλεόραση - βίντεο: Στο εμπόριο υπάρχουν αρκετές εκπαιδευτικές ταινίες, όπως είναι για παράδειγμα η σειρά της National Geographic Society, με θέματα σχετικά με τα τροπικά δάση, τις σαβάνες της Αφρικής, την εξέλιξη του ανθρώπου κτλ. Επίσης η κρατική τηλεόραση (ΕΤ1, ΝΕΤ, ΕΤ3) προβάλλει θαυμάσια ντοκιμαντέρ σχετικά με τη Βιολογία, τα οποία ο εκπαιδευτικός μπορεί να αξιοποιήσει κατά τη διδασκαλία του. Πρέπει όμως να δοθεί προσοχή στον τρόπο που χρησιμοποιούνται οι ταινίες μέσα στην τάξη. Οι ταινίες πρέπει να γίνουν αφορμή βαθύτερου προβληματισμού και να μην αποσκοπούν σε παθητική παρακολούθηση όπως στον κινηματογράφο. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει στους μαθητές πριν από την προβολή της ταινίας ένα ερωτηματολόγιο (στο οποίο θα πρέπει να απαντήσουν μετά το τέλος της ταινίας), ώστε να τους επιστήσει την προσοχή σε συγκεκριμένα θέματα.
- Σλάιντς: Στο εμπόριο υπάρχει μεγάλη ποικιλία εκπαιδευτικών σλάιντς. Εκτός αυτού, ο εκπαιδευτικός που διαθέτει φωτογραφική μηχανή μπορεί να δημιουργήσει τη δική του συλλογή χρησιμοποιώντας φιλμ για σλάιντς ή να φτιάξει σλάιντς από εικόνες που βρίσκονται σε βιβλία και περιοδικά, είτε μόνος του είτε δίνοντας τα σχετικά βιβλία σε επαγγελματία φωτογράφο.
- Διαφάνειες: Συνήθως στέλνονται στα σχολεία διαφάνειες ως μέρος του

εκπαιδευτικού υλικού του μαθήματος. Ο εκπαιδευτικός όμως μπορεί να φτιάξει μόνος του διαφάνειες ως εξής: φωτοτυπεί σε μεγέθυνση τις εικόνες ή τα σχήματα του σχολικού εγχειριδίου ή άλλου βιβλίου ή περιοδικού. Αγοράζει διαφάνειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φωτοτυπικό μηχάνημα και φωτοτυπεί την επιλεγμένη εικόνα βάζοντας τη διαφάνεια στη θέση του φωτοτυπικού χαρτιού. Στο Διαδίκτυο υπάρχουν εικόνες, σχήματα κτλ. (και για τα τρία κεφάλαια του σχολικού εγχειριδίου) που μπορούν να μετατραπούν σε διαφάνειες ή σλάντς.

Νέες τεχνολογίες Πληροφορικής

Οι νέες τεχνολογίες Πληροφορικής προσφέρουν ένα τεράστιο φάσμα νέων διδακτικών και μαθησιακών πεδίων, έχει όμως διαπιστωθεί ότι η αξιοποίησή τους στην εκπαίδευση δεν ακολουθεί τους ταχείς ρυθμούς με τους οποίους εξελίσσεται η ίδια η τεχνολογία. Απαιτείται ακόμη αρκετή έρευνα, για να γίνει κατανοητό πώς ο υπολογιστής επηρεάζει τη μάθηση και πώς θα ενταχθεί αποτελεσματικά στη διδασκαλία.

Μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ο μαθητής μπορεί να επικοινωνήσει με άλλους μαθητές και σχολεία στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Μέσω του Διαδικτύου μπορεί να αναζητήσει πληροφορίες για ατομικές ή ομαδικές εργασίες από τις διάφορες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων, από τις ιστοσελίδες πανεπιστημίων, κρατικών φορέων, μη κυβερνητικών οργανώσεων, επιστημονικών περιοδικών κτλ. Είναι σημαντικό οι πληροφορίες να αναζητούνται από τους δικτυακούς τόπους επίσημων φορέων, ώστε να είναι ακριβείς και έγκυρες. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί από το μαθητή για την επεξεργασία δεδομένων, για το σχηματισμό γραφικών παραστάσεων κτλ.

Ο εκπαιδευτικός μπορεί να αναζητήσει στο Διαδίκτυο εποπτικό υλικό και πρόσθετες πληροφορίες για την επιστημονική του ενημέρωση, καθώς επίσης να βρει ιδέες για ποικίλες δραστηριότητες που θα υλοποιηθούν στην τάξη. Τέτοιες δραστηριότητες προτείνονται στη συνέχεια του Βιβλίου του Καθηγητή. Οι δραστηριότητες αυτές δε συμπεριελήφθησαν στο Βιβλίο του Μαθητή, ώστε να ελεγχθεί η εγκυρότητα κάθε ηλεκτρονικής διεύθυνσης από τον εκπαιδευτικό πριν από τη διεξαγωγή της δραστηριότητας στην τάξη.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Υπάρχουν τρεις τύποι αξιολόγησης: α) η αρχική ή διαγνωστική αξιολόγηση, β) η διαμορφωτική αξιολόγηση, γ) η τελική αξιολόγηση.

Ο εκπαιδευτικός που στην αρχή της σχολικής χρονιάς κάνει ένα πρόχειρο διαγώνισμα στην τάξη, για να πληροφορηθεί τι ξέρουν οι μαθητές του, κάνει διαγνωστική αξιολόγηση.

Η διαμορφωτική αξιολόγηση αποσκοπεί στον έλεγχο της πορείας του μαθητή προς την κατάκτηση συγκεκριμένου εκπαιδευτικού στόχου. Αποτελεί επομένως μέρος της όλης διαδικασίας της μάθησης. Αν διαπιστωθεί ότι η κατάκτηση του επιδιωκόμενου στόχου δεν έγινε σε ικανοποιητικό βαθμό, η οργάνωση και η διεξαγωγή της διδασκαλίας πρέπει να βελτιωθούν.

Προκειμένου για την τελική αξιολόγηση, οι ερωτήσεις των γραπτών εξετάσεων μπορεί να είναι:

A) Ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Οι ερωτήσεις αυτές διακρίνονται σε:

- α) ερωτήσεις ανάπτυξης ή ερωτήσεις τύπου δοκιμίου και
- β) ερωτήσεις σύντομης απάντησης.

Οι ερωτήσεις ανοικτού τύπου αναδεικνύουν τη συνθετική ικανότητα, τις πρωτότυπες ιδέες και τη φαντασία του μαθητή και ενθαρρύνουν την ανάπτυξη των λεκτικών ικανοτήτων του. Μειονέκτημα αποτελεί η υποκειμενικότητα στη βαθμολόγηση της απάντησης.

B) Ερωτήσεις κλειστού τύπου ή αντικειμενικές ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις αυτές διακρίνονται σε:

- 1) ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής,
- 2) ερωτήσεις του τύπου «σωστό - λάθος»,
- 3) ερωτήσεις σύζευξης ή αντιστοιχίας,
- 4) ερωτήσεις ιεράρχησης (π.χ.: «Ιεραρχήστε τις έννοιες οικοσύστημα, βιόσφαιρα, βιοκοινότητα, πληθυσμός») και
- 5) ερωτήσεις συμπλήρωσης κενών.

Οι ερωτήσεις κλειστού τύπου εξασφαλίζουν απόλυτη αντικειμενικότητα στη βαθμολόγηση των γραπτών. Βέβαια δε θα πρέπει να ελέγχουν μόνο την απομνημόνευση, αλλά όλους τους γνωστικούς στόχους (κατανόηση, εφαρμογή, αξιολόγηση κτλ.), καθώς και όλη την εξεταστέα ύλη. Όμως οι αντικειμενικές ερωτήσεις δεν ελέγχουν τη συνθετική ικανότητα του μαθητή και δεν ευνοούν την ανάπτυξη πρωτότυπων θέσεων και ιδεών, καθώς και την καλλιέργεια της γλωσσικής του έκφρασης.

Η κατασκευή ενός τεστ με αντικειμενικές ερωτήσεις είναι ιδιαίτερα δύσκολη υπόθεση και απαιτεί προσπάθεια, επιμονή, σφαιρική γνώση της ε-

ξεταζόμενης ύλης, παιδαγωγική κατάρτιση και διδακτική πείρα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται κατά την κατάρτιση ερωτήσεων αντικειμενικού τύπου, ώστε να μην παραλείπονται σημαντικά σημεία, να μην αποκαλύπτεται η σωστή απάντηση από τη διατύπωση της ερώτησης κτλ. Λύση θα μπορούσε να αποτελέσει η οργάνωση συλλογικής τράπεζας ερωτήσεων σε περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο.

Ο εκπαιδευτικός ως ερευνητής και ως μαθητευόμενος

Αν ο εκπαιδευτικός θεωρήσει την τάξη και τους μαθητές ως ένα εργαστήριο στο οποίο δοκιμάζονται νέες προσεγγίσεις, τότε γίνεται ενεργός ερευνητής που προσπαθεί να κατανοήσει καλύτερα τη μαθησιακή διαδικασία. Μια τέτοια στάση θέτει διαρκώς νέα ερωτηματικά και ιδέες και συμβάλλει στην πρωτοτυπία και τη ζωντάνια της διδασκαλίας αλλά και στην προαγωγή της έρευνας της Διδακτικής της Βιολογίας, ενός τομέα της Παιδαγωγικής Επιστήμης που στη χώρα μας βρίσκεται ακόμη στα σπάργανα.

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να συμμετάσχουν σε κάποιο ερευνητικό πρόγραμμα σχετικά με την πιλοτική εφαρμογή και την αξιολόγηση νέου εκπαιδευτικού υλικού σε συμβατική μορφή, όπως είναι ένα νέο σχολικό εγχειρίδιο ή μια εφαρμογή πολυμέσων (π.χ. ένα CD-ROM), τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών για έννοιες της Βιολογίας, την ανάδειξη των παρανοήσεων ή των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών γι' αυτές τις έννοιες κτλ. Τα ερευνητικά αυτά προγράμματα μπορούν να υλοποιηθούν σε συνεργασία με τα Παιδαγωγικά Τμήματα Δημοτικής Εκπαίδευσης των Α.Ε.Ι. της χώρας μας αλλά και με κάθε άλλο φορέα που ασχολείται με την παιδαγωγική έρευνα και τη Διδακτική της Βιολογίας.

Απαραίτητη επίσης θεωρείται η συνεχής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, όσον αφορά τις εξελίξεις τόσο στην επιστήμη της Βιολογίας όσο και στις σύγχρονες παιδαγωγικές αντιλήψεις, από τα επιστημονικά περιοδικά Βιολογίας και Παιδαγωγικής, από την παρακολούθηση σχετικών συνεδρίων Βιολογίας και Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, που οργανώνονται από τις σχετικές επιστημονικές ενώσεις, ή από την παρακολούθηση ειδικών επιμορφωτικών σεμιναρίων.

Στη συνέχεια αναφέρονται ενδεικτικά κάποια επιστημονικά περιοδικά Βιολογίας και Παιδαγωγικής, χωρίς ο κατάλογος να είναι πλήρης:

- Γενικές παιδαγωγικές έρευνες και έρευνες σχετικά με τη Διδακτική της Βιολογίας μπορεί να βρει κανείς στα επιστημονικά περιοδικά *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, *Παιδαγωγική Επιθεώρηση* κτλ.
- Μελέτες αλλά και άρθρα επισκόπησης των εξελίξεων στη Βιολογία μπορεί να βρει κανείς στα διεθνή επιστημονικά περιοδικά *Science* και

Nature.

- Ενδιαφέροντα άρθρα για ποικίλα θέματα Βιολογίας μπορεί να βρει κανείς στα περιοδικά *National Geographic*, *Γαϊόραμα*, *Νέα Οικολογία*, *Scientific American*, *New Scientist*, *Ecologist* κτλ.
- Άρθρα σχετικά με τη Διδακτική της Βιολογίας μπορεί να βρει κανείς στα επιστημονικά περιοδικά *Journal of Biological Education*, *Biologist*, *The American Biology Teacher*, *Science Education*, *Environmental Education*, *Journal of Environmental Education* κτλ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αργύρης Ι., *Ειδική Διδακτική της Βιολογίας*, Θεσσαλονίκη 1991.
2. Γεωργόπουλος Α. & Τσαλίκη Ε., *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Αρχές - Φιλοσοφία - Μεθοδολογία, Παιχνίδια και Ασκήσεις*, εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 1998.
3. Καλογιαννάκη Π. & Μακράκης Β. (επιμ.), *Ευρώπη και Εκπαίδευση*, εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 1996.
4. Κανάκης Ι., *Η οργάνωση της διδασκαλίας - μάθησης με ομάδες εργασίας*, εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 1987.
5. Κανάκης Ι., *Διδασκαλία και μάθηση με σύγχρονα μέσα επικοινωνίας*, εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 1989.
6. Κασσωτάκης Μ., *Η αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών*, εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 1997.
7. Καψάλης Α. & Χαραλάμπους Δ., *Σχολικά εγχειρίδια, θεσμική εξέλιξη και σύγχρονη προβληματική*, εκδόσεις Έκφραση, Αθήνα 1995.
8. Ματσαγγούρας Η., *Η εξέλιξη της Διδακτικής, Επιστημολογική Θεώρηση*, εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 1995.
9. Ματσαγγούρας Η., *Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας, τόμος δεύτερος*, εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 1998.
10. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, *Προγράμματα Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης: Φυσικές Επιστήμες*, Αθήνα 1999.
11. Φλουρής Γ., *Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης*, εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 1995.
12. Φλουρής Γ., «Αναζητώντας ένα νέο πλαίσιο διαμόρφωσης αρχών σχολικής μάθησης και διδασκαλίας: επιπτώσεις στην εκπαιδευτική έρευνα», *Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου για τη Μάθηση και τη Διδασκαλία*, Δελφοί, 16-18 Δεκεμβρίου 1998.
13. Φλουρής Γ., *Αναλυτικά Προγράμματα για μια νέα εποχή στην εκπαίδευση*, εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 2000.
14. Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*, εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα 1998.
15. UNESCO, *Οδηγός του εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό και το Γυμνάσιο*, UNESCO 1980, RED-T-POINT, Αθήνα 1994.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΥΛΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

9 ώρες

1.1	Παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία του ανθρώπου	2 ώρες
1.2	Μικροοργανισμοί	
1.3	Μηχανισμοί άμυνας	3 ώρες
1.3.4	AIDS	1 ώρα
1.4	Καρκίνος	1 ώρα
1.5	Ουσίες που προκαλούν εθισμό	1 ώρα
	Επανάληψη	1 ώρα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

9 ώρες

2.1.1	Χαρακτηριστικά οικοσυστημάτων	1 ώρα
2.2	Ροή ενέργειας	2 ώρες
2.3	Βιογεωχημικοί κύκλοι	2 ώρες
2.4	Ανθρώπινος πληθυσμός	1 ώρα
2.4.1	Άνθρωπος και περιβαλλοντικά προβλήματα	3 ώρες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΕΛΙΞΗ

6 ώρες

3.1	Εισαγωγή - 3.1.2 Η θεωρία του Λαμάρκ	1 ώρα
3.1.3	Η θεωρία της φυσικής επιλογής	2 ώρες
3.2	Η σύγχρονη σύνθεση	
3.3	Τι είναι η φυλογένεση και από πού αντλούμε σχετικά στοιχεία	1 ώρα
3.4	Η εξέλιξη του ανθρώπου	2 ώρες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

Γενικές παρατηρήσεις

Το κεφάλαιο, παρά το γενικό τίτλο «Άνθρωπος και Υγεία», αναφέρεται κυρίως στα προβλήματα υγείας που προκαλούνται από τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

Το θέμα της διατροφής, καθοριστικού παράγοντα για την υγεία, αναπτύσσεται στο Παράρτημα, στο τέλος του βιβλίου. Παρ' όλο που δεν αποτελεί διδακτέα ύλη, θα ήταν σκόπιμο ο εκπαιδευτικός να αναφερθεί στη σημασία της διατροφής, και ιδιαίτερα της παραδοσιακής (μεσογειακή διατροφή, κρητική διατροφή), στην υγεία.

Να σημειωθεί ότι όλα τα θέματα αυτού του κεφαλαίου αποτελούν αντικείμενο έντονης ερευνητικής προσπάθειας σε διεθνές επίπεδο. Τα πιο σημαντικά αποτελέσματα των ερευνών ανακοινώνονται πλέον και από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να αξιοποιήσει γεγονότα από την επικαιρότητα φέρνοντας στην τάξη σχετικά άρθρα από εφημερίδες. Με αυτό τον τρόπο θα γίνει φανερό στους μαθητές η συμβολή της επιστήμης της Βιολογίας στην υγεία, καθώς και το γεγονός ότι η Βιολογία αναδεικνύεται ως η επιστήμη του 21ου αιώνα.

Στη διδασκαλία του κεφαλαίου ο εκπαιδευτικός πρέπει να λάβει υπόψη του ότι πολλοί μαθητές μπορεί να μην έχουν τις απαραίτητες γνώσεις για το ανθρώπινο σώμα, τους διάφορους ιστούς, τα όργανα και τα συστήματα, διότι το μάθημα της Βιολογίας του Ανθρώπου υπάρχει στη Β' Λυκείου ως επιλεγόμενο. Το «κενό» αυτό του Προγράμματος Σπουδών θα πρέπει να καλυφθεί από τον εκπαιδευτικό. Ίσως θα ήταν σκόπιμο η πρώτη διδακτική ώρα να αφιερωθεί στη διδασκαλία των επιπέδων οργάνωσης του ανθρώπινου οργανισμού (κύτταρα, ιστοί, όργανα, συστήματα οργάνων, οργανισμός) (βλ. Βιολογία Β' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης).

Διδακτικοί στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου ο μαθητής θα πρέπει:

1. Να είναι σε θέση να ερμηνεύει τον τρόπο με τον οποίο δρουν και επηρεάζουν τη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού διάφοροι παθογόνοι ή άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες.
2. Να κατανοεί και να μπορεί να περιγράφει τους τρόπους με τους οποίους ο οργανισμός αντιμετωπίζει την επίδραση διάφορων περιβαλλοντικών παραγόντων.
3. Να γνωρίζει για τις σεξουαλικά μεταδιδόμενες ασθένειες και να έχει διαμορφώσει συμπεριφορά τέτοια, ώστε να προφυλάσσει τον εαυτό του.
4. Να αναγνωρίζει τη σημασία της φυσικής άμυνας του οργανισμού και να γνωρίζει τον τρόπο με τον οποίο ο ίδιος μπορεί να την ενισχύσει.
5. Να κατανοεί τον τρόπο ύψασης του ιού του AIDS στον ανθρώπινο οργανισμό.
6. Να χρησιμοποιεί τις γνώσεις του σχετικά με τους καρκινογόνους παράγοντες για να προστατεύει τον εαυτό του.
7. Να έχει διαμορφώσει στάσεις και συμπεριφορές οι οποίες θα αποκλείουν τη χρήση και συνεπώς την εξάρτησή του από ουσίες που προκαλούν εθισμό.

Ο εκπαιδευτικός επιλέγει κάθε φορά το στόχο που αφορά τη συγκεκριμένη διδακτική ενότητα του βιβλίου. Για παράδειγμα, ο στόχος 5 αφορά την ενότητα για το AIDS, ο στόχος 3 την ενότητα για τα σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα, ο στόχος 4 αφορά τη διδακτική ενότητα 1.3 (1.3.1, 1.3.2, 1.3.3). Οι στόχοι αυτοί είναι γενικοί και πρέπει να μετασχηματιστούν σε ειδικούς και συγκεκριμένους για κάθε ωριαία διδασκαλία. Στους ειδικούς στόχους θα περιλαμβάνεται η αποσαφήνιση όλων των βασικών εννοιών κάθε ενότητας. Για την ευκολία του εκπαιδευτικού (αλλά και του μαθητή) οι βασικές έννοιες έχουν τονιστεί στο κείμενο (**bold**), ενώ στο τέλος κάθε ενότητας υπάρχει κατάλογος με τις Λέξεις - Κλειδιά.

1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία του ανθρώπου - Εισαγωγή

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Ομοιόσταση ↓ Ομοιοστατικοί μηχανισμοί ↓ Παράδειγμα θερμορρύθμισης ↓ Διαταραχή ομοιόστασης: Ασθένεια	Σχήμα αρνητικής ανάδρασης (Βιολογία Β΄ Λυκείου Κατεύθυνσης) Εικόνα: Ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος Άλλα παραδείγματα

- Συμπληρωματικές πληροφορίες για την ομοιόσταση θα βρείτε στη Βιολογία Β΄ Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης, από όπου μπορείτε να δείξετε την εικόνα 2.6.2 (σελίδα 66) που εξηγεί πώς λειτουργεί ένα σύστημα ανάδρασης. Στο ίδιο βιβλίο θα βρείτε επίσης εικόνες για άλλα συστήματα ρύθμισης (γλυκόζης, pH του αίματος κτλ.).
- Ρωτήστε τους μαθητές τι θα παθαίναμε χωρίς την ομοιόσταση. (Θα υπερθερμανόμαστε, θα παγώναμε από το κρύο, θα παθαίναμε αφυδάτωση, θα ασφυκτιούσαμε, θα πεθαίναμε από την πείνα, θα πεθαίναμε!)

1.2 Μικροοργανισμοί - 1.2.1 Κατηγορίες μικροοργανισμών

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Μικροοργανισμοί ↓ Χρήσιμοι μικροοργανισμοί ↓ Δυνητικά παθογόνοι μικροοργανισμοί ↓ Παθογόνοι μικροοργανισμοί ↓ Πρωτόζωα	<i>Escherichia coli</i> (από τη Βιολογία Γ΄ Λυκείου Κατεύθυνσης) Πλασμώδιο ελονοσίας, αμοιβάδα δυσεντερίας

↓	
Μύκητες	Μυκητίαση αθλητών
↓	
Βακτήρια	Σταφυλόκοκκος, άνθρακας
↓	
Ιοί	
↓	
Ιοί DNA	Αδενοϊός, πολλαπλασιασμός
↓	
Ιοί RNA	Ιός γρίπης, ιός HIV, πολλαπλασιασμός
↓	
Ο νέος μολυσματικός παράγοντας πράιον - νόσος τρελών αγελάδων	Δημοσιεύματα από εφημερίδες

- Μια καταγεγραμμένη παρανόηση των μαθητών είναι η ταύτιση των μικροβίων (μικροοργανισμών) με τις ασθένειες. Όμως ούτε όλοι οι μικροοργανισμοί προκαλούν ασθένειες ούτε όλες οι ασθένειες προκαλούνται από μικροοργανισμούς. Η παρανόηση αυτή μπορεί να αντιμετωπιστεί με την παράθεση κατάλληλων παραδειγμάτων (βακτήρια του εδάφους - αποικοδόμηση, αζωτοδεσμευτικά βακτήρια, από το κεφάλαιο «Άνθρωπος και Περιβάλλον», παραγωγή μπίρας, ψωμιού, τυριών κτλ., από τη Βιολογία Γ Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης).
- Περισσότερες πληροφορίες για τα βακτήρια, τους ιούς και τον πολλαπλασιασμό τους μπορείτε να βρείτε στο βιβλίο Βιολογίας Γ Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης. Αξίζει να αναφερθεί στους μαθητές ότι τα βακτήρια και οι ιοί αποτέλεσαν χρήσιμα εργαλεία της Γενετικής Μηχανικής και της Μοριακής Βιολογίας, χωρίς τα οποία δε θα είχαν αναπτυχθεί αυτοί οι τομείς της Βιολογίας. Ενδεικτικά μπορούν να αναφερθούν τα ένζυμα περιορισμού με τα οποία τεμαχίζεται το DNA και τα οποία έχουν απομονωθεί από βακτήρια, η τεχνική της κλωνοποίησης γονιδίων μέσα σε βακτήρια, η δημιουργία και η διατήρηση «βιβλιοθηκών» ανθρώπινου DNA σε βακτήρια κτλ. Επιπλέον, γενετικά τροποποιημένα βακτήρια *E. coli* χρησιμοποιούνται σήμερα για την παραγωγή ινσουλίνης και αυξητικών ορμονών. Εκτός από το γνωστό σε όλους «Πρόγραμμα για το Ανθρώπινο Γονιδίωμα», υπάρχει και το «Πρόγραμμα για το Γονι-

δίωμα των Βακτηρίων», το οποίο έχει ως στόχο την αποκρυπτογράφηση του γονιδιώματος των παθογόνων ή μη βακτηρίων, με οικονομικό ή οικολογικό ενδιαφέρον. Το ένθετο «Η Μοριακή Βιολογία στην υπηρεσία της υγείας» αναφέρει μερικούς μικροοργανισμούς των οποίων το γονιδίωμα αποκρυπτογραφήθηκε το 2001. Είναι σημαντικό να κατανοήσουν οι μαθητές τη συμβολή της Μοριακής Βιολογίας στην υγεία. Τεχνικές Μοριακής Βιολογίας χρησιμοποιούνται πλέον για την εργαστηριακή διάγνωση αρκετών λοιμώξεων.

- Ο Φράνσις Κρικ που αναφέρεται στο ένθετο «Είναι η μαρουλοσαλάτα...» είναι αυτός που μαζί με τον Τζέιμς Ουάτσον ανακάλυψε τη δομή του DNA. Γι' αυτή την ανακάλυψή τους οι δύο επιστήμονες τιμήθηκαν με το βραβείο Νόμπελ.
- Το ένθετο «Η νόσος των τρελών αγελάδων» παρατίθεται αφ' ενός λόγω της δημοσιότητας που έχει πάρει τα τελευταία χρόνια αυτό το θέμα, αφ' ετέρου διότι αποτελεί παράδειγμα νοσήματος που μεταδίδεται από νέο μολυσματικό παράγοντα, μια παθολογική πρωτεΐνη που έχει ονομαστεί πράιον (prion). Ο Stanley Prusiner που ανακάλυψε τα πράια τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ το 1997. Τα στοιχεία που δίνονται στο ένθετο προέρχονται από την τελική έκθεση ειδικής επιτροπής στη Μεγάλη Βρετανία (The BSE enquiry, Νοέμβριος 2000).

Δραστηριότητες για τους μαθητές

Οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν έτοιμα μικροσκοπικά παρασκευάσματα βακτηρίων, πρωτόζωων κτλ. στο οπτικό μικροσκόπιο.

Μπορούν επίσης να βρουν εξαιρετικές εικόνες βακτηρίων, ιών και πρωτόζωων στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση www.microbeworld.org, στη θεματική περιοχή **Microbe Portrait Gallery**.

Στη διεύθυνση www.cellsalive.com, στη θεματική ενότητα **Cell gallery**, μπορούν να δουν φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου και να αντλήσουν ενδιαφέρουσες πληροφορίες για τα βακτήρια *Echerichia coli*, *Staphylococcus aureus* και τα βακτήρια του εδάφους *Pseudomonas aeruginosa*. Στην ίδια διεύθυνση και στη θεματική περιοχή **Microbiology** οι μαθητές μπορούν να δουν το βακτήριο *Helicobacter pylori*, που προκαλεί έλκος στομάχου, και το παράσιτο *Entamoeba histolytica*, που προκαλεί αμοιβαδοειδή δυσεντερία.

1.2.2 Μετάδοση και αντιμετώπιση παθογόνων μικροοργανισμών

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Μόλυνση	
↓	
Λοίμωξη	
↓	
Λοιμώδη νοσήματα	Εικόνα: Η Νάπολη προσβάλλεται από πανώλη
↓	
Κριτήρια Κοχ	Εικόνα: Ρ. Κοχ
↓	
Δράση μικροοργανισμών	
↓	
Μετάδοση νοσημάτων	Από έντομα: ελονοσία Από άνθρωπο: φτέρνισμα
↓	
Πρόληψη νοσημάτων	
↓	
Θεραπεία νοσημάτων (αντιβιοτικά)	Αλεξ. Φλέμινγκ, αντιβιογράμμα
↓	
Σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα	Ωχρά σπειροχαίτη

- Τα λοιμώδη νοσήματα, όπως είναι η βουβωνική πανώλη, η χολέρα, η ευλογιά, αποδεκάτιζαν άλλοτε την ανθρωπότητα. Η εικόνα - ζωγραφικός πίνακας του 1656 παρουσιάζει το χάος και τη φρίκη που προκάλεσε η πανώλη, η οποία μεταδίδεται από μολυσμένους ποντικούς, το 17ο αιώνα στη Νάπολη. Οι θάνατοι εξαιτίας της πανώλης ήταν τόσο πολλοί, ώστε ντεσάληδες γύριζαν στους δρόμους της πόλης ειδοποιώντας τον κόσμο να βγάλει έξω τους νεκρούς του για ταφή.
- Ζητήστε από τους μαθητές να καταγράψουν τα αντιβιοτικά που υπάρχουν στο σπίτι τους. Ρωτήστε τους εάν κάποιο μέλος της οικογένειάς τους βρίσκεται αυτή τη στιγμή υπό αγωγή. Συζητήστε στην τάξη αν είναι σωστή ενέργεια να παίρνουμε αντιβιοτικά χωρίς ιατρική υπόδειξη.

1.3.2 Μηχανισμοί ειδικής άμυνας - Ανοσία

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p style="text-align: center;">Αντιγόνο ↓ Ανοσοβιολογική απόκριση ↓ Ανοσοβιολογικό σύστημα ↓ Πρωτογενή λεμφικά όργανα ↓ Δευτερογενή λεμφικά όργανα ↓ Λεμφοκύτταρα ↓ T-λεμφοκύτταρα ↓ B-λεμφοκύτταρα ↓ Αντισώματα</p>	<p>Εικόνα: Λεμφικό σύστημα</p> <p>Πίνακας: Είδη λευκών αιμοσφαιρίων</p> <p>Εικόνα: Δομή αντισώματος, σύνδεση αντισώματος - αντιγόνου</p>

- Υπενθυμίστε στους μαθητές ότι τα αντισώματα είναι πρωτεΐνες.
- Στη διεύθυνση www.cellsalive.com/antibody.htm οι μαθητές μπορούν να δουν σε βίντεο πώς παράγονται τα αντισώματα, καθώς και εικόνα με φαγοκυττάρωση βακτηρίων *Streptococcus pyogenes* από μακροφάγο, όπως αυτή φαίνεται σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης.
- Στη διεύθυνση www.cellsalive.com/ctl.htm οι μαθητές μπορούν να δουν τη δράση ενός κυτταροτοξικού T-λεμφοκυττάρου, καθώς αυτό καταστρέφει ένα κύτταρο προσβεβλημένο από τον ιό της γρίπης.
- Στη διεύθυνση www.cellsalive.com/gallery.htm μπορούν να δουν εικόνες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου με ερυθρά αιμοσφαίρια, ουδετερόφιλα και ηωσινόφιλα.

Στάδια ανοσοβιολογικής απόκρισης

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p style="text-align: center;">Αντιγόνο ↓ Πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση ↓ Μακροφάγα - Αντιγονοπαρουσιαστικά ↓ Ενεργοποίηση βοηθητικών T-λεμφοκυττάρων ↓ Χυμική ανοσία ↓ Κυτταρική ανοσία ↓ Τερματισμός ανοσοβιολογικής απόκρισης ↓ Επόμενη έκθεση στο ίδιο αντιγόνο ↓ Δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση</p>	<p>Εικόνα: Χυμική και κυτταρική ανοσία</p> <p>Διάγραμμα</p>

- Η εικόνα με τη χυμική και την κυτταρική ανοσία δεν περιλαμβάνει την ενεργοποίηση των λεμφοκυττάρων από τα αντιγονοπαρουσιαστικά κύτταρα.
- Ζητήστε από τους μαθητές να ερμηνεύσουν το διάγραμμα με την παραγωγή αντισωμάτων στην πρωτογενή και τη δευτερογενή απόκριση.

Τύποι ανοσίας - Ενεργητική και παθητική ανοσία

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Ανοσία ↓ Ενεργητική ανοσία ↓ Εμβόλια ↓ Παθητική ανοσία ↓ Οροί</p>	<p>Μητέρα που θηλάζει βρέφος Εικόνα: Τζένερ</p>

- Ζητήστε από τους μαθητές να σας πουν, αφού ρωτήσουν τους γονείς τους ή τον οικογενειακό τους γιατρό, ποια εμβόλια έχουν κάνει.
- Ρωτήστε τους μαθητές αν έχουν κάνει ορό και σε ποια περίπτωση.

1.3.3 Προβλήματα στη δράση του ανοσοβιολογικού συστήματος

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Ανοσοβιολογική αντίδραση εναντίον συστατικών του ίδιου του οργανισμού ↓ Αυτοάνοσα νοσήματα ↓ Αλλεργίες ↓ Αλλεργιογόνα ↓ Αντιγόνα ιστοσυμβατότητας ↓ Μεταμοσχεύσεις</p>	<p>Εικόνα: Χέρια ασθενούς με ρευματοειδή αρθρίτιδα Εικόνα: Ακάρεα, γυρεόκοκκοι, συσκευές θεραπείας άσθματος</p>

- Ρωτήστε τους μαθητές αν υποφέρουν από αλλεργία. Στη συνέχεια ζητήστε από όσους απάντησαν θετικά να περιγράψουν τα συμπτώματα και να αναφέρουν, αν γνωρίζουν, τις ουσίες στις οποίες είναι αλλεργικοί. Τι συμπέρασμα βγαίνει σχετικά με τη συχνότητα εμφάνισης του προβλήματος;
- Ακούμε μερικές φορές στις ειδήσεις ότι αναζητείται δότης νωπιαίου μυελού για κάποιο μικρό παιδί που πάσχει από λευχαιμία και χρειάζεται επειγόντως μεταμόσχευση. Γιατί σ' αυτή την περίπτωση γίνεται η αναζήτηση δότη μέσω της τηλεόρασης;

1.3.4 Σύνδρομο επίκτητης ανοσοβιολογικής ανεπάρκειας

Περισσότερες πληροφορίες για το AIDS μπορείτε να βρείτε στο σχετικό αφιέρωμα του επιστημονικού περιοδικού *Nature*, 410, 971, 2001.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>HIV</p> <p>↓</p> <p>Μετάδοση</p> <p>↓</p> <p>Διάγνωση</p> <p>↓</p> <p>Στάδια νοσήματος</p> <p>↓</p> <p>Αντιμετώπιση</p> <p>↓</p> <p>Κοινωνικό πρόβλημα</p>	<p>Εικόνα: Ιός HIV</p> <p>Εικόνες: Πολλαπλασιασμός RNA ιού, T-λεμφοκύτταρο με ιούς HIV, ιοί που εξέρχονται από T-λεμφοκύτταρο</p> <p>Πίνακας: Ευκαιριακές λοιμώξεις</p> <p>Εικόνα: Κατανομή κρουσμάτων HIV/ AIDS στον κόσμο</p>

- Το φάρμακο AZT είναι ένας αναστολέας της αντίστροφης μεταγραφής. Ζητήστε από τους μαθητές να σκεφθούν σε ποιο στάδιο του κύκλου ζωής του ιού δρα το φάρμακο AZT, καθώς τους δείχνετε την εικόνα με τον πολλαπλασιασμό του ιού.

- Στη διεύθυνση www.cellsalive.com/hiv0.htm οι μαθητές μπορούν να δουν ένα βίντεο με τον πολλαπλασιασμό του ιού HIV.
- Ζητήστε από τους μαθητές να σχολιάσουν την εικόνα με την κατανομή των κρουσμάτων HIV/AIDS στον κόσμο (δεδομένα 2001). (Οι αφρικανικές χώρες που βρίσκονται κάτω από τη Σαχάρα έχουν το μεγαλύτερο αριθμό κρουσμάτων.)
- Τα παγκόσμια στατιστικά στοιχεία για το AIDS (πηγή UNAIDS, 2002) έχουν ως εξής:
 - 5 εκατομμύρια άνθρωποι μολύνθηκαν με τον ιό το 2001.
 - 3 εκατομμύρια άνθρωποι πέθαναν από AIDS το 2001.
 - 40 εκατομμύρια άνθρωποι είχαν AIDS το 2001.
 - 20 εκατομμύρια άνθρωποι έχουν πεθάνει από AIDS από την εμφάνιση της νόσου (1981) μέχρι το 2001.
- Οι μαθητές μπορούν να δουν πώς έχουν διαμορφωθεί τα παραπάνω στατιστικά στοιχεία, αφού διδαχθούν αυτή την ενότητα, στη διεύθυνση www.worldaidsday.org, στη θεματική ενότητα **Facts & Figures**.
- Οι μαθητές μπορούν να βρουν στο Διαδίκτυο στατιστικά στοιχεία για την Ελλάδα (συνολικό αριθμό ασθενών, αριθμό νέων λοιμώξεων ανά έτος, κατανομή ανά φύλο και ανά ηλικία κτλ.) στην ελληνική πύλη www.in.gr, βάζοντας ως λέξη - κλειδί το AIDS. Εναλλακτικά, μπορούν να αναζητήσουν σχετικές πληροφορίες στις ηλεκτρονικές εκδόσεις των εφημερίδων χρησιμοποιώντας την ίδια λέξη - κλειδί. Την 1η Δεκεμβρίου, Παγκόσμια Ημέρα κατά του AIDS, μπορεί κανείς να βρει αρκετά άρθρα για το AIDS στις εφημερίδες.
- Ρωτήστε τους μαθητές αν ξέρουν τι συμβολίζει ο κόκκινος φιόγκος.
- Ζητήστε από τους μαθητές να αναφέρουν τρόπους προφύλαξης από το AIDS.

1.4 Καρκίνος

Πολλές πρόσφατες ανακαλύψεις για τον καρκίνο από το χώρο της Μοριακής Βιολογίας δεν κρίθηκε σκόπιμο να αναφερθούν σε ένα σχολικό εγχειρίδιο Γενικής Παιδείας. Για τη δική σας ενημέρωση μπορείτε να αναζητήσετε το αφιέρωμα για τον καρκίνο του επιστημονικού περιοδικού Nature (τεύχος 411, 17 Μαΐου 2001). Το περιοδικό αυτό βρίσκεται στη Βιβλιοθήκη του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών στην Αθήνα, καθώς και στις Βιβλιοθήκες όλων των Α.Ε.Ι. της χώρας.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Ανεξέλεγκτη διαίρεση κυττάρων	Κύκλος ζωής ζωικού κυττάρου
↓	
Καλοήθης όγκος	Στάδια καρκίνου
↓	
Κακοήθης όγκος	Συχνότητα τύπων καρκίνου σε άντρες και γυναίκες
↓	
Μετάσταση	Καρκινογόνες χημικές ενώσεις
↓	
Αίτια καρκίνου	Πίνακας γνωστών ογκογονιδίων και ογκοκατασταλτικών γονιδίων
↓	
Ογκογονίδια	Μεταλλάξεις στον καρκίνο του παχέος εντέρου
↓	
Ογκοκατασταλτικά γονίδια	
↓	
Θεραπευτική αντιμετώπιση	Εικόνες: Καρκίνος του πνεύμονα, κακόηθες μελάνωμα (από κεφάλαιο «Άνθρωπος και Περιβάλλον»), φυλλάδια Αντικαρκινικής Εταιρείας, Γεώργιος Παπανικολάου, μαστογραφία
↓	
Πρόληψη	

- Το ιστορικό ένθετο θα δείξει στους μαθητές ότι ο καρκίνος είναι ένα νόσημα γνωστό από την αρχαιότητα. Αυτό που έχει αλλάξει σήμερα είναι η συχνότητα εμφάνισης του καρκίνου (έχει αυξηθεί). Ρωτήστε τους μαθητές γιατί νομίζουν ότι έχει συμβεί αυτό. (Έχουν μειωθεί τα λοιμώδη νοσήματα λόγω των εμβολίων και των αντιβιοτικών, οι άνθρωποι ζουν περισσότερο, εκτίθενται σε καρκινογόνους παράγοντες κτλ.) Υλοποιήστε τη δραστηριότητα 3.
- Δείξτε στους μαθητές τον κύκλο ζωής ενός κυττάρου (από το βιβλίο της Βιολογίας Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας). Ο κύκλος ζωής του κυττάρου βρίσκεται υπό τον έλεγχο γονιδίων. Όταν τα γονίδια αυτά μεταλλαχθούν, με σημειακή μετάλλαξη ή χρωμοσωμική ανωμαλία, η διαίρεση

ση του κυττάρου συνεχίζεται χωρίς έλεγχο. Έτσι σχηματίζεται ένας όγκος. Να επισημανθεί ότι κάθε καρκινικός όγκος αρχίζει πάντα από ένα κύτταρο.

- Η δράση των ογκογονιδίων στη διαίρεση των κυττάρων μπορεί να παρομοιαστεί με το γκάζι (επιτάχυνση) ενός αυτοκινήτου (επάγουν τη διαίρεση του κυττάρου). Αντίθετα η δράση των ογκοκατασταλτικών γονιδίων μπορεί να παρομοιαστεί με τα φρένα (σταματούν τη διαίρεση του κυττάρου). Όταν τα δύο συστήματα δε λειτουργούν, το κύτταρο δε θα σταματήσει να διαιρείται.
- Η μοριακή ανάλυση του καρκίνου του παχέος εντέρου έδειξε (για πρώτη φορά το 1991) ότι διαδοχικές μεταλλάξεις στα ογκογονίδια και στα ογκοκατασταλτικά γονίδια συμβαίνουν σε διάφορα στάδια του καρκίνου. Το γονίδιο p53 είναι το πρώτο ογκοκατασταλτικό γονίδιο που ανακαλύφθηκε και έχουν βρεθεί μεταλλάξεις του σε διαφορετικούς τύπους καρκίνου. Η λίστα με τα ογκογονίδια και τα ογκοκατασταλτικά γονίδια του ανθρώπου μεγαλώνει συνεχώς. Ενημερώστε τους μαθητές ότι η έρευνα για τον καρκίνο είναι μια από τις πιο «θερμές» ερευνητικές περιοχές σήμερα.
- Ρωτήστε τους μαθητές αν γνωρίζουν κάποιους καρκινογόνους παράγοντες. Από όσα ακούν ή διαβάζουν μπορεί να αναφέρουν την υπεριώδη ακτινοβολία, τη ραδιενέργεια και το κάπνισμα ή, ανακαλώντας στη μνήμη τους τις γνώσεις τους από τη Βιολογία Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας, να αναφέρουν τους παράγοντες που προκαλούν μεταλλάξεις. Η υπεριώδης ακτινοβολία οδηγεί το σχηματισμό διμερών θυμίνης σε γειτονικές βάσεις θυμίνης στο DNA.
- Φέρτε στην τάξη τα ενημερωτικά φυλλάδια της Ελληνικής Αντικαρκινικής Εταιρείας ή ζητήστε από τους μαθητές να τα εκτυπώσουν από το δικτυακό τόπο της Εταιρείας www.hcs.org.gr. Υλοποιήστε τη δραστηριότητα 1 του Βιβλίου του Μαθητή.
- Συζητήστε με τους μαθητές πώς θα μπορούσε να είναι πιο αποτελεσματική μια αντικαπνιστική εκστρατεία στη χώρα μας, η οποία έχει τα μεγαλύτερα ποσοστά καπνιστών στην Ευρώπη. Ρωτήστε τους αν είναι αρκετή η προειδοποίηση που αναγράφεται στα πακέτα των τσιγάρων για τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι καπνιστές, καθώς και αν συμφωνούν με την απαγόρευση του καπνίσματος στους δημόσιους χώρους. Η συζήτηση αυτή μπορεί να γίνει και στο πλαίσιο της επόμενης ενότητας του βιβλίου (Ουσίες που προκαλούν εθισμό).

- Συζητήστε με τους μαθητές για το θέμα των ναρκωτικών.
- Συζητήστε με τους μαθητές για την κατάχρηση αλκοόλ.
- Ρωτήστε τους μαθητές τι παρατηρούν στις εικόνες με πνεύμονα μη καπνιστή και πνεύμονα καπνιστή. Αφήστε τους χρόνο, ώστε να συγκρίνουν τις δύο εικόνες (εκτός από τη διαφορά στο χρώμα, ο πνεύμονας του καπνιστή έχει εύκολα διακρινόμενους καρκινικούς όγκους).

Περισσότερες πληροφορίες στο Διαδίκτυο

- Ελληνική Αντικαρκινική Εταιρεία www.hcs.org.gr
- Αμερικανική Αντικαρκινική Εταιρεία www.cancer.org
- Πληροφορίες για την ανθεκτικότητα των βακτηρίων στα αντιβιοτικά στη διεύθυνση www.fda.gov/fdac/features/795_antibio.html του Οργανισμού Φαρμάκων των Η.Π.Α.
- Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας www.who.org
- Υπουργείο Υγείας των Η.Π.Α., Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων www.cdc.gov, όλα τα νοσήματα με αλφαβητική σειρά, στη θεματική περιοχή **Health Topics A-Z**

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΡΑΦΩΝ 1.1 και 1.2

1. Ο οργανισμός του ανθρώπου προκειμένου να διατηρεί σταθερό το εσωτερικό του περιβάλλον είναι υποχρεωμένος να τροποποιεί συνεχώς τη λειτουργία του. Συμφωνείτε με την πρόταση; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας παραθέτοντας επιχειρήματα που θα αντλήσετε από το σχολικό εγχειρίδιο.

Απάντηση

Ο άνθρωπος, αν και ζει σε ένα περιβάλλον που συνεχώς μεταβάλλεται, διαθέτει μηχανισμούς που διατηρούν σταθερό το εσωτερικό του περιβάλλον, εξασφαλίζοντας την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού και επομένως την επιβίωσή του.

Η ικανότητα του οργανισμού να διατηρεί σταθερές τις συνθήκες του εσωτερικού του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, συγκεντρώσεις διάφορων συστατικών κτλ.), παρά τις εξωτερικές μεταβολές, ονομάζεται **ομοιόσταση**.

Στον ανθρώπινο οργανισμό υπάρχουν ομοιοστατικοί μηχανισμοί που ρυθμίζουν:

- τη θερμοκρασία του σώματος (δέρμα),
- τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα,
- τη συγκέντρωση του νερού,
- το pH του αίματος, που πρέπει να είναι σταθερό στο 7,4,
- τα επίπεδα του CO₂ στο αίμα.

Κάθε διαταραχή της ομοιόστασης μπορεί να οδηγήσει στην εκδήλωση διάφορων **ασθενειών**. Οι διαταραχές της ομοιόστασης μπορεί να οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς, σε ακραίες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασίας, ακτινοβολιών, διαθεσιμότητας οξυγόνου), ενώ συχνά είναι απόρροια του τρόπου ζωής (καπνίσματος, κατάχρησης αλκοόλ κτλ.).

Όταν διαταράσσεται η ομοιόσταση, ο οργανισμός προσπαθεί να την αποκαταστήσει τροποποιώντας τη λειτουργία του. Η αδυναμία αποκατάστασης της ομοιόστασης μπορεί να οδηγήσει σε ανεπανόρθωτη βλάβη του οργανισμού, ακόμη και στο θάνατο.

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα ομοιοστατικού μηχανισμού στον άνθρωπο αποτελεί ο μηχανισμός ρύθμισης της θερμοκρασίας

του σώματος στους 36,6 °C. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση που βρεθούμε σε ένα χώρο με θερμοκρασία μεγαλύτερη από τους 36,6 °C, η θερμότητα που φθάνει συνεχώς από το περιβάλλον στο σώμα μας τείνει να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του. Ωστόσο η αύξηση αυτή αποφεύγεται εξαιτίας μιας σειράς διαδοχικών αντιδράσεων, στις οποίες κύριο ρόλο παίζει ο εγκέφαλος. Αρχικά οι θερμοϋποδοχείς του δέρματός μας, δηλαδή τα ειδικά νευρικά σωμάτια που ανιχνεύουν τις μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, ειδοποιούν τον εγκέφαλο για την αύξηση της θερμοκρασίας, με μηνύματα που αποστέλλουν στο κέντρο των γενικών αισθήσεων του εγκεφάλου. Στη συνέχεια το ειδικό κέντρο του εγκεφάλου για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, με μηνύματα που αποστέλλει στους ιδρωτοποιούς αδένες και στα αγγεία της επιφάνειας του δέρματος, προκαλεί έκκριση ιδρώτα και διαστολή των αγγείων αντίστοιχα. Ο συνδυασμός αυτών των δύο αντιδράσεων συμβάλλει στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματός μας με τον εξής τρόπο: τα αγγεία που έχουν διασταλεί φέρουν μεγάλες ποσότητες αίματος προς την επιφάνεια του δέρματος, η οποία όμως έχει ψυχθεί λόγω της εξάτμισης του ιδρώτα. Έτσι ψύχεται το αίμα που φθάνει στα αιμοφόρα αγγεία του δέρματος και, επιστρέφοντας με την κυκλοφορία στο εσωτερικό του οργανισμού μας, αποτρέπει την αύξηση της θερμοκρασίας του.

2. Πολλοί θεωρούν το σύνολο των μικροβίων απειλητικό για την υγεία του ανθρώπου. Συμφωνείτε με την άποψή τους; Με ποιους τρόπους ένα μικρόβιο μπορεί να πλήξει την υγεία του ανθρώπου;

Απάντηση

Γενικά, ως **μικροοργανισμοί** ή **μικρόβια** χαρακτηρίζονται εκείνοι οι οργανισμοί τους οποίους δεν μπορούμε να διακρίνουμε με γυμνό μάτι, γιατί έχουν μέγεθος μικρότερο από 0,1 mm.

Πολλοί από τους μικροοργανισμούς (όπως για παράδειγμα τα νιτροποιητικά βακτήρια) περνούν όλη τη ζωή τους στο φυσικό περιβάλλον. Άλλοι, προκειμένου να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν, περνούν ένα μέρος ή ολόκληρη τη ζωή τους στο εσωτερικό κάποιου πολυκύτταρου οργανισμού. Οι μικροοργανισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως **παράσιτα**, ενώ ο οργανισμός που τους «φιλοξενεί» ονομάζεται **ξενιστής**.

Κάποιοι από τους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούν τον άνθρωπο ως ξενιστή μπορεί να προκαλέσουν διαταραχές στην υγεία του. Οι μικροοργανισμοί αυτοί ονομάζονται **παθογόνοι**.

Οι περισσότεροι όμως μικροοργανισμοί όχι μόνο δεν είναι βλαβεροί για τον άνθρωπο, αλλά αντίθετα είναι χρήσιμοι ή και απαραίτητοι, καθώς συμμετέχουν σε σημαντικές διεργασίες (όπως είναι η αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης) ή χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο για την παραγωγή ουσιών χρήσιμων σε διάφορους τομείς (π.χ. υγεία, διατροφή κτλ.).

Άλλοι μικροοργανισμοί, όπως το βακτήριο *Escherichia coli* που ζει στο έντερο, όταν υπάρχουν σε μικρό αριθμό και δε μεταναστεύουν σε άλλους ιστούς και όργανα, αποτελούν φυσιολογική μικροχλωρίδα για τον άνθρωπο, είτε διότι παράγουν χρήσιμες χημικές ουσίες τις οποίες ο άνθρωπος δεν μπορεί να συνθέσει μόνος του (π.χ. βιταμίνη K από την *E. coli*) είτε διότι συμβάλλουν στην άμυνα του οργανισμού. Αν όμως, για κάποιο λόγο, αυξηθούν (π.χ. επειδή ο ξενιστής παρουσιάζει μειωμένη αντίσταση) ή βρεθούν σε άλλους ιστούς, τότε μπορεί να οδηγήσουν στην εκδήλωση ασθενειών. Οι μικροοργανισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως **δυσνητικά παθογόνοι**.

Τα μικρόβια που απειλούν την υγεία μας δρουν μέσω των ουσιών που παράγουν. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται **τοξίνες** και διακρίνονται σε ενδοτοξίνες και εξωτοξίνες.

Οι **ενδοτοξίνες** βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα ορισμένων παθογόνων βακτηρίων και είναι υπεύθυνες για συμπτώματα όπως ο πυρετός, η πτώση της πίεσης του αίματος κ.ά.

Οι **εξωτοξίνες**, οι οποίες εκκρίνονται από τα παθογόνα βακτήρια, διασπείρονται με την κυκλοφορία του αίματος στο εσωτερικό του ανθρώπινου οργανισμού και προσβάλλουν, ανάλογα με τη φύση τους, συγκεκριμένα όργανα.

- Μερικοί θεωρούν ότι η δημιουργία ενδοσπορίων στα βακτήρια δεν αποτελεί τρόπο πολλαπλασιασμού τους. Είναι βάσιμη κατά τη γνώμη σας η άποψή τους;

Απάντηση

Σε αντίξοες συνθήκες, όπως σε ακραίες θερμοκρασίες ή υπό τη δράση ακτινοβολιών, πολλά βακτήρια μετατρέπονται σε ανθεκτικές μορφές, τα **ενδοσπόρια** (1 βακτήριο → 1 ενδοσπόριο). Τα ενδοσπόρια είναι αφυδατωμένα κύτταρα με ανθεκτικά τοιχώματα και χαμηλούς μεταβολικούς ρυθμούς. Όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος ξαναγίνουν ευνοϊκές, τα ενδοσπόρια βλαστάνουν δίνοντας το καθένα ένα βακτήριο. Κατά συνέπεια είναι βάσιμη η άποψη ότι η δημιουργία ενδοσπορίων στα βακτήρια δεν αποτελεί τρόπο πολλαπλασιασμού τους.

4. Τρεις ημέρες μετά την αγορά και την κατανάλωση παστεριωμένου γάλακτος σε κονσέρβα διαπιστώσατε ότι το υπόλοιπο του περιεχομένου της, παρά το ότι είχε τοποθετηθεί στο ψυγείο, «έκοψε». Τι μπορεί να συνέβη κατά τη γνώμη σας;

Απάντηση

Στην παστερίωση το γάλα θερμαίνεται στους 62 °C για μισή ώρα. Με την τεχνική αυτή καταστρέφονται όλα τα παθογόνα μικρόβια (καθώς και τα περισσότερα μη παθογόνα), ενώ συγχρόνως διατηρείται αναλλοίωτη και η γεύση του γάλακτος. Όμως με την παστερίωση παραμένουν και κάποια βακτήρια με τη μορφή ενδοσπορίων, γι' αυτό τα τρόφιμα αυτά πρέπει να διατηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες (ψυγείο). Τα ενδοσπόρια, και ιδιαίτερα αυτά των βακτηρίων του γένους *Lactobacillus* ή *Streptococcus* ή *Lactococcus* ή *Leuconostoc*, αν και έχουν χαμηλό μεταβολικό ρυθμό, είναι δυνατόν να προκαλέσουν τη διάσπαση της λακτόζης σε γαλακτόζη και γλυκόζη και τη μετατροπή τους σε γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ ελαττώνει το pH (pH = 4) και προκαλεί μετουσίωση των πρωτεϊνών στις ακραίες αυτές συνθήκες με αποτέλεσμα τη δημιουργία ιζήματος («κόψιμο» γάλακτος).

5. Είναι πιθανό να αποτελούμε ξενιστές για παθογόνους μικροοργανισμούς χωρίς να νοσούμε;

Απάντηση

Παρά το ότι αποτελούμε ξενιστές κάποιων μικροοργανισμών (όπως το βακτήριο *Escherichia coli* που ζει στο έντερο), δε νοσούμε όταν αυτοί υπάρχουν σε μικρό αριθμό και δε μεταναστεύουν σε άλλους ιστούς και όργανα. Αντίθετα, οι μικροοργανισμοί αυτοί αποτελούν φυσιολογική μικροχλωρίδα για τον άνθρωπο, είτε διότι παράγουν χρήσιμες χημικές ουσίες τις οποίες ο άνθρωπος δεν μπορεί να συνθέσει μόνος του (π.χ. βιταμίνη Κ από την *E. coli*) είτε διότι συμβάλλουν στην άμυνα του οργανισμού.

Αν όμως, για κάποιο λόγο, αυξηθούν (π.χ. επειδή ο ξενιστής παρουσιάζει μειωμένη αντίσταση) ή βρεθούν σε άλλους ιστούς, τότε προκαλούν την εκδήλωση ασθενειών. Οι μικροοργανισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως **δυναμικά παθογόνοι**.

6. Ανάμεσα στα μέλη της επιστημονικής κοινότητας υπάρχουν αρκετοί που θεωρούν τους ιούς έμβια όντα, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι οι ιοί απο-

τελούν απλές χημικές ενώσεις. Με ποια από τις δύο απόψεις συμφωνείτε; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

Απάντηση

Σύμφωνα με έναν ορισμό, «οργανισμός είναι μια αυτοτελής μονάδα στην οποία υπάρχουν ανεξάρτητες δομές και λειτουργίες, που έχουν ως σκοπό την επιβίωση ενός πληθυσμιακού αθροίσματος παρόμοιων μονάδων». Από τον ορισμό αυτό συνάγεται το συμπέρασμα πως ο άνθρωπος είναι ένας οργανισμός, τα κύτταρά του όμως, αν και ζωντανά, δεν είναι οργανισμοί. Από την άλλη μεριά, στους μονοκύτταρους οργανισμούς το κύτταρο αντιπροσωπεύει την ανεξάρτητη μονάδα, δηλαδή τον οργανισμό. Έτσι, αν δεχτούμε τον παραπάνω ορισμό, οι ιοί αποτελούν απλές χημικές ενώσεις και δε θεωρούνται οργανισμοί, αφού στερούνται λειτουργικής ανεξαρτησίας.

Σύμφωνα με άλλον ορισμό του οργανισμού, με τον οποίο δίνεται έμφαση στην ατομικότητα, στην ιστορική συνέχεια και στην εξελικτική ανεξαρτησία, οι ιοί θεωρούνται οργανισμοί, αφού αναπαράγονται, επιζούν μετά το θάνατο του ξενιστή τους και μπορούν να εξελιχθούν ανεξάρτητα από τον οργανισμό στον οποίο δημιουργήθηκαν.

Η αμηχανία μας να τοποθετήσουμε τους ιούς σε μία από τις δύο κατηγορίες δεν απηχεί παρά τη δυσκολία να απαντήσουμε στο τι είναι ζωή ή έμβιος οργανισμός.

7. Να συγκρίνετε, όσον αφορά τη δομή και τη λειτουργία, τους προκαρυωτικούς οργανισμούς και τους ιούς.

Απάντηση

Βακτήρια

1. Κύτταρο
2. Γενετικό υλικό DNA συγκεντρωμένο σε μια κεντρική περιοχή, το πυρηνοειδές. Συνήθως διαθέτουν επιπλέον μόρια γενετικού υλικού, τα πλασμίδια.
3. Έχουν κυτταρικό τοίχωμα.
4. Διαθέτουν ριβοσώματα.
5. Αναπαράγονται αυτοτελώς.
6. Σε αντίξοες συνθήκες σχηματίζουν ενδοσπόρια.

Ιοί

1. Ακυτταρική δομή
2. Γενετικό υλικό DNA ή RNA.
3. Δεν έχουν κυτταρικό τοίχωμα.
4. Δε διαθέτουν ριβοσώματα.
5. Είναι υποχρεωτικά κυτταρικά παράσιτα.

8. Ένας μικροβιολόγος που εργαζόταν με τρία δείγματα μικροβίων (Α, Β, Γ) ένα μύκητα, έναν ιό και ένα βακτήριο, μπέρδεψε τις αντικειμενοφόρες πλάκες στις οποίες είχαν τοποθετηθεί. Αν το μικρόβιο Α διαθέτει μια κεντρική περιοχή όπου είναι συγκεντρωμένο το γενετικό υλικό, το μικρόβιο Β διαθέτει πολυάριθμους πυρήνες και το μικρόβιο Γ δεν έχει καθόλου πυρήνα, μπορείτε να τον βοηθήσετε να διαπιστώσει ποιο μικρόβιο είναι μύκητας, ποιο ιός, και ποιο βακτήριο.

Απάντηση

Οι μύκητες είναι ευκαρυωτικοί μονοκύτταροι ή κοινοκυτταρικοί οργανισμοί (διαθέτουν κυτταρόπλασμα με πολυάριθμους πυρήνες). Άρα στην αντικειμενοφόρο πλάκα στην οποία παρατηρούνται πολυάριθμοι πυρήνες (μικρόβιο Β) βρίσκεται ο μύκητας.

Τα βακτήρια είναι προκαρυωτικοί οργανισμοί, δηλαδή δε διαθέτουν οργανωμένο πυρήνα. Συνήθως σχηματίζουν αθροίσματα, τις αποικίες. Το σχήμα τους μπορεί να είναι ελικοειδές (σπειρούλλια), σφαιρικό (κόκκοι) ή ραβδοειδές (βάκιλοι). Το γενετικό τους υλικό (DNA) βρίσκεται κατά κανόνα σε μια συγκεκριμένη περιοχή, που ονομάζεται **πυρηνική περιοχή** (πυρηνοειδές). Άρα στην αντικειμενοφόρο πλάκα στην οποία παρατηρείται συγκεντρωμένο το γενετικό υλικό σε μια κεντρική περιοχή (μικρόβιο Α) βρίσκεται το βακτήριο.

Οι ιοί έχουν σχετικά απλή δομή (ακυτταρική). Αποτελούνται από ένα πρωτεϊνικό περίβλημα με χαρακτηριστική γεωμετρία, το καψίδιο, μέσα στο οποίο προφυλάσσεται το γενετικό τους υλικό. Ορισμένοι ιοί διαθέτουν και ένα επιπλέον περίβλημα, το **έλυτρο**, το οποίο είναι λιποπρωτεϊνικής φύσης. Το γενετικό υλικό ενός ιού μπορεί να είναι είτε DNA είτε RNA. Άρα στην αντικειμενοφόρο πλάκα στην οποία δεν παρατηρείται πυρήνας (μικρόβιο Γ) βρίσκεται ο ιός.

9. Μια βακτηριακή καλλιέργεια που ξεκίνησε από δύο βακτήρια μέσα σε χρόνο 60 λεπτών οκταπλασίασε τον πληθυσμό της. Κάθε πόσα λεπτά αναπαράγονται τα βακτήρια που την αποτελούν;

Απάντηση

Τα βακτήρια αναπαράγονται κυρίως μονογονικά με απλή διχοτόμηση. Κάθε βακτήριο, όταν διαιρείται, σχηματίζει 2 βακτήρια. Η αύξηση του πληθυσμού των βακτηρίων περιγράφεται με γεωμετρική πρόοδο της μορφής:

$$N_t = N_o \cdot 2^n$$

όπου N_t : ο τελικός αριθμός των βακτηρίων σε χρόνο t

N_o : ο αρχικός αριθμός των βακτηρίων

2: ο λόγος της γεωμετρικής προόδου

n : ο αριθμός των διαιρέσεων σε χρόνο t

$$\text{Έτσι έχουμε: } N_t = N_o \cdot 2^n \rightarrow 2 \cdot 8 = 2 \cdot 2^n \rightarrow n = 3$$

Μέσα σε χρόνο 60 λεπτών πραγματοποιήθηκαν 3 διαιρέσεις. Άρα ο χρόνος της μιας διαίρεσης διαρκεί $60 : 3 = 20$ λεπτά.

10. Ένα ποτήρι με παστεριωμένο γάλα στο οποίο περιέχονται δύο ενδοσπόρια βακτηρίων ξεχάστηκε έξω από το ψυγείο. Αν οι συνθήκες που επικρατούν στο δωμάτιο είναι κατάλληλες για τη βλάστηση και τον πολλαπλασιασμό των ενδοσπορίων, ποιος θα είναι ο μεγαλύτερος αριθμός βακτηρίων που θα υπάρχουν στο ποτήρι μετά από 8 ώρες; (Να υπολογισθεί ότι τα βακτήρια διαιρούνται κάθε 20 λεπτά.)

Απάντηση

Σε αντίξοες συνθήκες, όπως σε ακραίες θερμοκρασίες ή υπό τη δράση ακτινοβολιών, πολλά βακτήρια μετατρέπονται σε ανθεκτικές μορφές, τα **ενδοσπόρια**. Τα ενδοσπόρια είναι αφυδατωμένα κύτταρα με ανθεκτικά τοιχώματα και χαμηλούς μεταβολικούς ρυθμούς. Όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος ξαναγίνουν ευνοϊκές, τα ενδοσπόρια βλαστάνουν δίνοντας το καθένα ένα βακτήριο.

Κάθε βακτήριο διαιρείται μέσα σε 20 λεπτά και προκύπτουν 2 βακτήρια, από τα 2 προκύπτουν με νέα διαίρεση 4 κ.ο.κ. Η αύξηση του πληθυσμού των βακτηρίων περιγράφεται με γεωμετρική πρόοδο της μορφής:

$$N_t = N_o \cdot 2^n$$

όπου N_t : ο τελικός αριθμός των βακτηρίων σε χρόνο t

N_o : ο αρχικός αριθμός των βακτηρίων

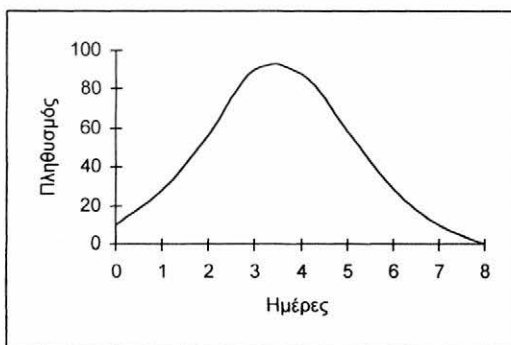
2: ο λόγος της γεωμετρικής προόδου

n : ο αριθμός των διαιρέσεων σε χρόνο t

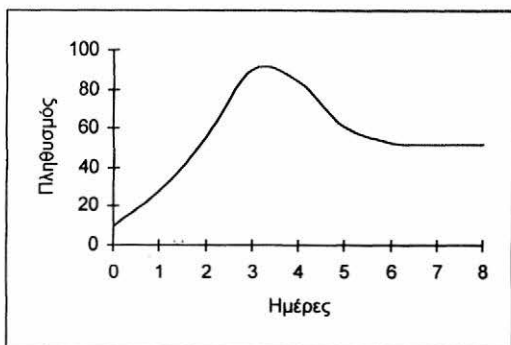
Ο χρόνος που διαρκεί μία διαιρέση είναι 20 λεπτά. Κάθε ώρα πραγματοποιούνται 3 διαιρέσεις, οπότε σε 8 ώρες θα έχουν πραγματοποιηθεί 24. Αντικαθιστώντας αυτά τα δεδομένα στην παραπάνω σχέση έχουμε:
 $N_t = N_0 \cdot 2^n \rightarrow N_t = 2 \cdot 2^{24} \rightarrow N_t = 2^{25}$.

11. Δύο καλλιέργειες διαφορετικού είδους βακτηρίων αναπτύσσονται στο εργαστήριο στις ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος και τροφής. Την τρίτη ημέρα στον ίδιο χώρο, ανιχνεύθηκε σημαντική ποσότητα ακτινοβολίας λόγω διαρροής η οποία αποκαθίσταται μετά από πέντε ημέρες.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η ανάπτυξη των δύο καλλιεργειών για χρονικό διάστημα οκτώ ημερών. Πώς μπορεί να εξηγηθεί η πορεία ανάπτυξης κάθε καλλιέργειας;



Καλλιέργεια Α



Καλλιέργεια Β

Απάντηση

Στην καλλιέργεια Α μετά την τρίτη ημέρα άρχισε να μειώνεται ο πληθυσμός των βακτηρίων μέχρι την ολική εξαφάνιση τους την όγδοη ημέρα. Τα βακτήρια της καλλιέργειας αυτής λόγω εξοντώθηκαν λόγω της θανατηφόρου επίδρασης της ακτινοβολίας στα βακτήρια αυτά. Στην καλλιέργεια Β μετά την τρίτη ημέρα άρχισε να μειώνεται ο πληθυσμός των βακτηρίων εξαιτίας της ακτινοβολίας, αλλά στη συνέχεια σταθεροποιήθηκε λόγω της μετατροπής αρκετών βακτηρίων σε ενδοσπόρια.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΡΑΦΩΝ 1.3.1, 1.3.2 ΚΑΙ 1.3.3

1. Βακτήριο κατόρθωσε να εισδύσει στον οργανισμό μας μέσω του δέρματος και να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος. Ποιοι αμυντικοί μηχανισμοί του δέρματος παρακάμφθηκαν, ποιοι και με ποια σειρά πρόκειται να ενεργοποιηθούν;

Απάντηση

Αν ένα βακτήριο καταφέρει να διαπεράσει τους φραγμούς που παρεμποδίζουν την είσοδό του στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως είναι το δέρμα ή οι βλεννογόνοι, και βρεθεί στο αίμα, θα έχει παρακάμψει και τη δεύτερη γραμμή αμυντικών μηχανισμών, στην οποία ανήκουν η **φαγοκυττάρωση**, η **φλεγμονώδης αντίδραση**, ο **πυρετός** και η δράση ορισμένων αντιμικροβιακών ουσιών, όπως είναι το **συμπλήρωμα** και η **προπερδίνη** που αντιμετωπίζουν το βακτήριο μετά την είσοδό του στον οργανισμό. Τότε θα πρέπει να ενεργοποιηθούν οι μηχανισμοί ειδικής άμυνας, δηλαδή να υπάρξει ενεργοποίηση των βοηθητικών Τ-λεμφοκυττάρων, ενεργοποίηση των Β-λεμφοκυττάρων για την παραγωγή αντισωμάτων (χυμική ανοσία), για την εξουδετέρωση του αντιγόνου που στην προκειμένη περίπτωση είναι το βακτήριο.

2. Ιός κατόρθωσε να εισδύσει στον οργανισμό μας μέσω του δέρματος και να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος. Ποιοι αμυντικοί μηχανισμοί παρακάμφθηκαν, ποιοι και με ποια σειρά πρόκειται να ενεργοποιηθούν;

Απάντηση

Αν ένας ιός καταφέρει να διαπεράσει τους φραγμούς που παρεμποδίζουν την είσοδό του στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως είναι το δέρμα ή οι βλεννογόνοι, και βρεθεί στο αίμα, θα έχει παρακάμψει και τη δεύτερη γραμμή αμυντικών μηχανισμών, στην οποία ανήκουν η **φαγοκυττάρωση**, η **φλεγμονώδης αντίδραση**, ο **πυρετός** και η δράση ορισμένων αντιμικροβιακών ουσιών, όπως είναι οι **ιντερφερόνες** το **συμπλήρωμα** και η **προπερδίνη** που αντιμετωπίζουν τον ιό μετά την είσοδό του στον οργανισμό. Τότε θα πρέπει να ενεργοποιηθούν οι μηχανισμοί ειδικής άμυνας, δηλαδή

να υπάρξει ενεργοποίηση των βοηθητικών T-λεμφοκυττάρων, ενεργοποίηση των B-λεμφοκυττάρων για την παραγωγή αντισωμάτων (χυμική ανοσία) και για την εξουδετέρωση του αντιγόνου που στην προκειμένη περίπτωση είναι ο ιός, αλλά και ενεργοποίηση των κυτταροτοξικών T-λεμφοκυττάρων (κυτταρική ανοσία) για την καταστροφή των κυττάρων που μολύνθηκαν από τον ιό.

3. Ποιο είδος ανοσίας μάς προστατεύει γρηγορότερα, η τεχνητή παθητική ανοσία ή η φυσική ενεργητική; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Απάντηση

Με την τεχνητή παθητική ανοσία (ορού) έχουμε άμεση αντιμετώπιση μιας ασθένειας, πριν ακόμη ενεργοποιηθεί το ανοσοβιολογικό σύστημα του ατόμου. Ως γνωστόν, για την παραγωγή των αντισωμάτων ο οργανισμός χρειάζεται κάποιες ημέρες μετά την επαφή του με το αντιγόνο (φυσική ενεργητική ανοσία). Με τη χορήγηση του ορού παρέχονται στον οργανισμό μας έτοιμα αντισώματα με αποτέλεσμα να αντιδράσει σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

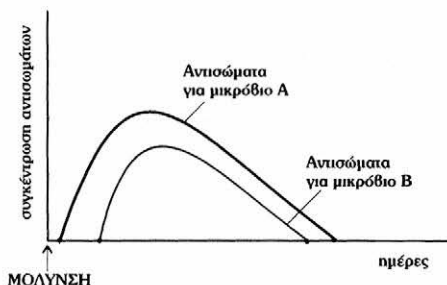
4. Ποιο είδος ανοσίας μάς προστατεύει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ένα μικροοργανισμό, η παθητική ή η ενεργητική; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Απάντηση

Η ενεργητική ανοσία μάς παρέχει προστασία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, διότι τα αντισώματα που παράγονται με την ενεργοποίηση του ανοσοβιολογικού συστήματος μπορεί να κυκλοφορούν στο αίμα για μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ τα αντισώματα που χορηγούνται με τους ορούς καταστρέφονται γρήγορα. Επίσης με την ενεργητική ανοσία παράγονται και κύτταρα μνήμης, τα οποία, σε περίπτωση μιας νέας επαφής του ατόμου με το μικροοργανισμό, θα ενεργοποιηθούν και θα παραγαγάουν πολύ γρήγορα αντισώματα για την εξουδετέρωσή του.

5. Το διάγραμμα παρουσιάζει τη μεταβολή της συγκέντρωσης των αντισωμάτων στο αίμα ενός ανθρώπου που μολύνθηκε ταυτόχρονα από δύο διαφορετικά μικρόβια (Α και Β). Να επισημάνετε δύο διαφορές στη

γραφική παράσταση της μεταβολής της συγκέντρωσης κάθε αντισώματος και να τις αιτιολογήσετε.



Απάντηση

Η καμπύλη για το μικρόβιο Β δείχνει μικρότερη συγκέντρωση αντισωμάτων, τα οποία εμφανίζονται στον ορό του αίματος αργότερα από τα αντισώματα για το μικρόβιο Α, των οποίων η συγκέντρωση είναι μεγαλύτερη. Από το γεγονός αυτό συμπεραίνουμε ότι το άτομο έρχεται σε επαφή για πρώτη φορά με το μικρόβιο Β και για δεύτερη φορά με το μικρόβιο Α, για το οποίο το ανοσοβιολογικό του σύστημα διαθέτει κύτταρα μνήμης και έτσι παράγει πολύ σύντομα και σε μεγαλύτερη συγκέντρωση ειδικά αντισώματα.

6. Να τοποθετήσετε το σύμβολο + στα ορθογώνια στα οποία πιστεύετε ότι υπάρχει αντιστοιχία ανάμεσα στους όρους της κατακόρυφης και της οριζόντιας στήλης:

	ορός	αντιβιοτικό	T-λεμφοκύτταρο
ιός			
βακτήριο			
τοξίνη			
καρκινικό κύτταρο			

Απάντηση

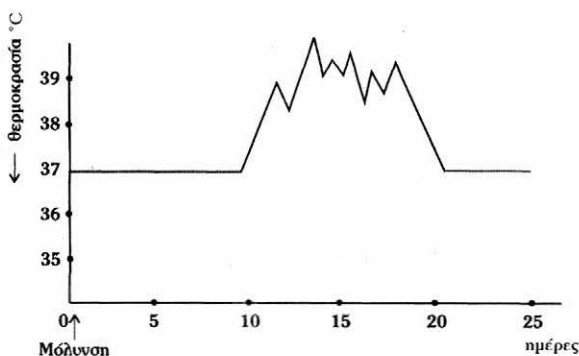
	ορός	αντιβιοτικό	T-λεμφοκύτταρο
ιός	+		+
βακτήριο	+	+	+
τοξίνη	+	+	+
καρκινικό κύτταρο			+

7. Να εξηγήσετε γιατί:

- Μπορούμε να νοσήσουμε από ερυθρά ή παρωτίτιδα μία φορά, ενώ από γρίπη επανειλημμένα.
- Τα μωρά που θηλάζουν έχουν μικρότερη πιθανότητα να νοσήσουν από μια μολυσματική ασθένεια από εκείνα που δε θηλάζουν.
- Δε χρησιμοποιούμε αντιβιοτικά για την αντιμετώπιση του κρυολογήματος.

Απάντηση

- Επειδή ο ιός της γρίπης έχει την ιδιότητα να μεταλλάσσεται, δεν μπορεί ένα εμβόλιο να καλύψει όλα τα στελέχη του ιού που πιθανόν να προκύψουν.
 - Τα μωρά που θηλάζουν δέχονται αντισώματα από το γάλα της μητέρας τους (παθητική ανοσία), με αποτέλεσμα να νοσούν σπανιότερα από τα παιδιά που δε θηλάζουν.
 - Το κρυολόγημα οφείλεται σε ιό και τα αντιβιοτικά, ως γνωστόν, δε δρουν εναντίον των ιών, καθώς αυτοί δε διαθέτουν δικό τους μεταβολικό μηχανισμό, αφού αποτελούν υποχρεωτικά κυτταρικά παράσιτα.
8. Το διάγραμμα που ακολουθεί δείχνει τη διακύμανση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια μιας ασθένειας που προκλήθηκε από βακτήρια.



- Ποιο τμήμα του διαγράμματος αντιστοιχεί στην περίοδο των συμπτωμάτων της ασθένειας;
- Ποια είναι η περίοδος επώασης του βακτηρίου;

- γ. Ποια είναι η υψηλότερη θερμοκρασία που μετρήθηκε και πόσες ημέρες κράτησε ο πυρετός;
- δ. Ποιο δεδομένο του διαγράμματος υποδηλώνει την εμφάνιση και τη δράση αντισωμάτων;

Απάντηση

- α. Το τμήμα του διαγράμματος που αντιστοιχεί στην περίοδο των συμπτωμάτων είναι αυτό μεταξύ της 10ης ημέρας, κατά την οποία παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας, μέχρι την 20ή ημέρα, κατά την οποία η θερμοκρασία επανέρχεται στα φυσιολογικά όρια.
 - β. Η περίοδος επώασης του βακτηρίου είναι 10 ημέρες.
 - γ. Η υψηλότερη θερμοκρασία που μετρήθηκε είναι 40 °C και ο πυρετός κράτησε 10 ημέρες.
 - δ. Το δεδομένο που υποδηλώνει τη δράση αντισωμάτων είναι η πτωτική μεταβολή της θερμοκρασίας μετά τη 18η ημέρα.
9. Ο Γιάννης και η Ελένη χτύπησαν παίζοντας. Ο Γιάννης είχε κάνει αντιτετανικό εμβόλιο, ενώ η Ελένη όχι, γι' αυτό της χορήγησαν αντιτετανικό ορό.
- α. Τι είναι εμβόλιο και τι ορός;
 - β. Ποιο είδος ανοσίας έχει ο Γιάννης και ποιο η Ελένη;
 - γ. Να περιγράψετε με ποιον τρόπο εξουδετερώθηκε πιθανώς το βακτήριο του τετάνου στο Γιάννη και στην Ελένη.

Απάντηση

- α. Τα **εμβόλια** είναι νεκροί ή εξασθενημένοι μικροοργανισμοί ή τμήματά τους που εμφανίζουν αντιγονική αλλά όχι παθογόνο δράση, ενεργοποιώντας το ανοσοβιολογικό σύστημα προκειμένου να παραγάγει αντισώματα και κύτταρα μνήμης. Το άτομο που εμβολιάζεται δεν εμφανίζει συνήθως τα συμπτώματα της ασθένειας και φυσικά δεν τη μεταδίδει. Οι **οροί** είναι έτοιμα αντισώματα που έχουν παραχθεί από άλλο οργανισμό (άνθρωπο ή ζώο) και χορηγούνται στο άτομο για την άμεση αντιμετώπιση του παθογόνου παράγοντα. Με τη χορήγηση ορού που περιέχει έτοιμα αντισώματα μπορεί να επιτευχθεί τεχνητά σε ένα ενήλικο

άτομο παθητική ανοσία. Η δράση της παθητικής ανοσίας είναι άμεση, αλλά η διάρκειά της είναι παροδική, αφού οι οροί δε διεγείρουν την ανοσοβιολογική απόκριση του οργανισμού, με συνέπεια τη μη παραγωγή κυττάρων μνήμης.

- β. Στην περίπτωση του Γιάννη τα αντισώματα παράγονται από τον ίδιο τον οργανισμό του, οπότε αυτός έχει **ενεργητική ανοσία** (τεχνητή), ενώ στην περίπτωση της Ελένης παρέχονται στον οργανισμό της έτοιμα αντισώματα που έχουν παραχθεί από άλλο οργανισμό, οπότε αυτή έχει **παθητική ανοσία** (τεχνητή).
- γ. Στην περίπτωση του Γιάννη, όταν ο οργανισμός του εκτέθηκε και πάλι στο ίδιο αντιγόνο (βακτήριο που προκαλεί τέτανο), ενεργοποιήθηκαν τα Β-λεμφοκύτταρα μνήμης προκειμένου αυτά να πολλαπλασιαστούν και τελικά να διαφοροποιηθούν σε πλασματοκύτταρα. Τα πλασματοκύτταρα στη συνέχεια παρήγαγαν και απελευθέρωσαν μεγάλες ποσότητες αντισωμάτων, ειδικών για το συγκεκριμένο αντιγόνο. Η παραπάνω διαδικασία ονομάζεται **χυμική ανοσία**, γιατί τα αντισώματα απελευθερώνονται μέσα στο αίμα και στη λέμφο, αντιδρούν με το αντιγόνο και το εξουδετερώνουν.

Παράλληλα με την ενεργοποίηση των Β-λεμφοκυττάρων μνήμης ενεργοποιήθηκαν, κατά την επαφή του οργανισμού με το ίδιο αντιγόνο, τα αντίστοιχα Τ-λεμφοκύτταρα μνήμης τα οποία κατέστρεψαν τα κύτταρα-στόχους. Η δράση των Τ-λεμφοκυττάρων αποτελεί την **κυτταρική ανοσία**.

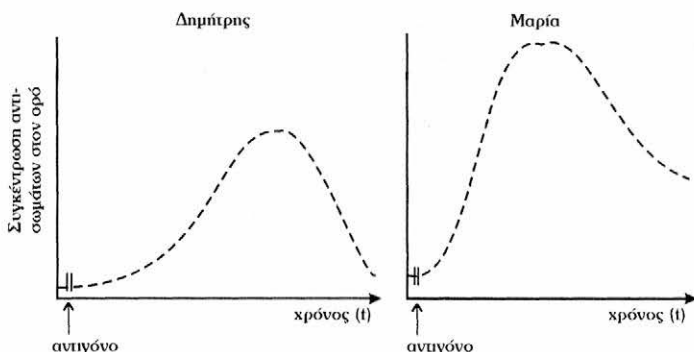
Στην περίπτωση της Ελένης τα έτοιμα αντισώματα συνδέθηκαν ειδικά με το αντιγόνο (βακτήριο που προκαλεί τέτανο) και το εξουδετέρωσαν.

10. Σε μια περιοχή έχει παρουσιαστεί επιδημία ιλαράς. Μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις αντισωμάτων σε δύο αδέρφια, το Δημήτρη και τη Μαρία, όπως απεικονίζονται στα παρακάτω διαγράμματα (σε συνάρτηση με το χρόνο t).

A. Να συγκρίνετε και να αιτιολογήσετε τα διαγράμματα.

B. Να περιγράψετε την ανοσοβιολογική απόκριση που έλαβε χώρα:

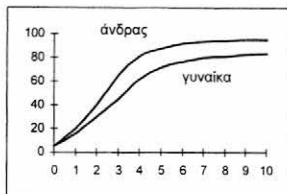
- στο ανοσοβιολογικό σύστημα της Μαρίας και
- στο ανοσοβιολογικό σύστημα του Δημήτρη.



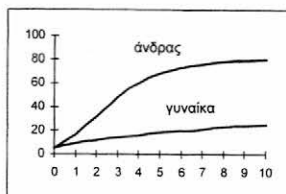
Απάντηση

- A. Η καμπύλη που αφορά το Δημήτρη δείχνει μικρότερη συγκέντρωση αντισωμάτων, τα οποία εμφανίστηκαν στον ορό του αίματος αργότερα από τα αντισώματα που παρήχθησαν στον οργανισμό της Μαρίας, των οποίων η συγκέντρωση είναι μεγαλύτερη. Από το γεγονός αυτό συμπεραίνουμε ότι ο Δημήτρης ήρθε για πρώτη φορά σε επαφή με τον ιό της ιλαράς, ενώ η Μαρία για δεύτερη φορά, οπότε το ανοσοβιολογικό της σύστημα διέθετε κύτταρα μνήμης και παρήγαγε πολύ σύντομα και σε μεγαλύτερη συγκέντρωση ειδικά αντισώματα για τον ιό.
- B. (α) Στο ανοσοβιολογικό σύστημα της Μαρίας πραγματοποιήθηκε δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση. Η **δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση** ενεργοποιείται κατά την επαφή του οργανισμού με το ίδιο αντιγόνο (ιό ιλαράς) για δεύτερη (ή κάποια επόμενη) φορά. Στην περίπτωση αυτή ενεργοποιούνται τα κύτταρα μνήμης, ξεκινά αμέσως η έκκριση ειδικών αντισωμάτων και η ενεργοποίηση των ειδικών Τ-λεμφοκυττάρων, οπότε δεν προλαβαίνουν να εμφανιστούν τα συμπτώματα της ασθένειας. Το άτομο δεν ασθενεί και πιθανότατα δεν αντιλαμβάνεται ότι μολύνθηκε.
- (β) Στο ανοσοβιολογικό σύστημα του Δημήτρη πραγματοποιήθηκε πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση. Η **πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση** ενεργοποιείται κατά την πρώτη επαφή του οργανισμού με ένα αντιγόνο και περιλαμβάνει τα εξής στάδια: ενεργοποίηση των βοηθητικών Τ-λεμφοκυττάρων, ενεργοποίηση των Β-λεμφοκυττάρων για παραγωγή αντισωμάτων (χυμική ανοσία) και για την εξουδετέρωση του αντιγόνου, που στην προκειμένη περίπτωση είναι ο ιός της ιλαράς, και ενεργοποίηση Τ-λεμφοκυττάρων (κυτταρική ανοσία) για την καταστροφή των κυττάρων που έχουν μολυνθεί από τον ιό.

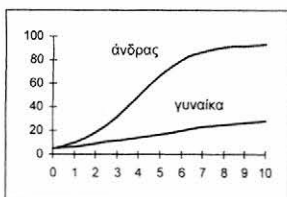
11. Στο νοσοκομείο παρουσιάστηκαν δύο περιστατικά ασθενών, ενός άνδρα και μίας γυναίκας, την ίδια ημέρα. Οι εξετάσεις που έγιναν έδωσαν τα παρακάτω διαγράμματα, σύμφωνα με τα οποία (αλλά και σε συνδυασμό με άλλα κλινικά συμπτώματα) στον ένα ασθενή διαγνώσθηκε μηνιγγίτιδα και στον άλλο πολιομυελίτιδα. Ο γιατρός μετά την όγδοη ημέρα έδωσε αντιβίωση και στους δύο ασθενείς.



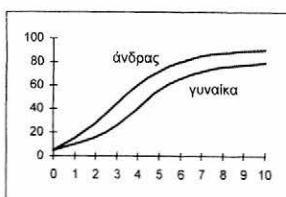
Αντισώματα



Ιντερφερόνες



T-κυτταροτοξικά



B-πλασματοκύτταρα

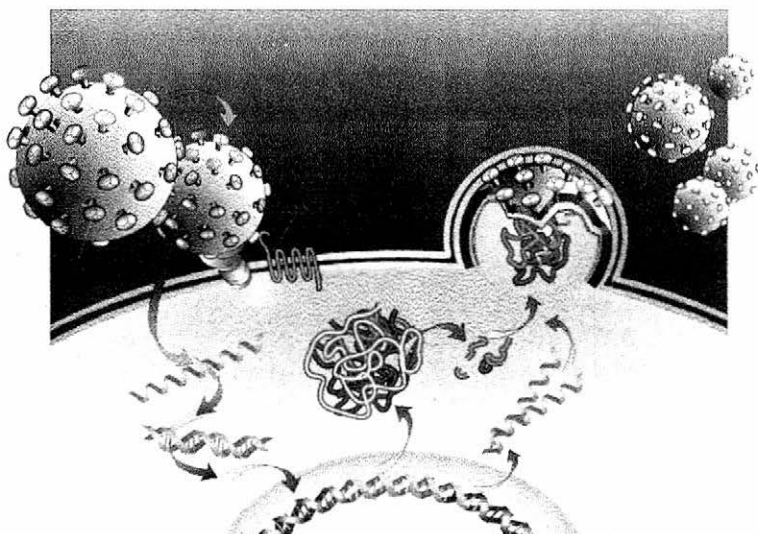
- Τι είδους μικρόβιο προσέβαλλε καθέναν από τους δύο ασθενείς;
- Ποιος από τους δύο ασθενείς έχει μηνιγγίτιδα και ποιος πολιομυελίτιδα;
- Χορηγήθηκε στον καθένα η κατάλληλη φαρμακευτική αγωγή; Σε κάθε περίπτωση να αιτιολογήσετε την απάντηση.

Απάντηση

- Ο άνδρας προσεβλήθη από ιό και η γυναίκα από βακτήριο, πράγμα που προκύπτει από τη μελέτη των διαγραμμάτων των ιντερφερονών και των T-κυτταροτοξικών. Οι ιντερφερόνες παράγονται από τα κύτταρα του οργανισμού όταν αυτά προσβληθούν από κάποιο ιό και τα T-κυτταροτοξικά ενεργοποιούνται από τα T-βοηθητικά προκειμένου να καταστρέψουν κύτταρα του οργανισμού που έχουν προσβληθεί από ιό.
- Ο άνδρας έχει πολιομυελίτιδα (ιός) και η γυναίκα μηνιγγίτιδα (βακτήριο).
- Μόνο στη γυναίκα χορηγήθηκε η κατάλληλη φαρμακευτική αγωγή (αντιβιοτικό). Στον άνδρα η χορήγηση αντιβιοτικού ήταν άσκοπη αφού τα αντιβιοτικά δεν επιδρούν στους ιούς.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 1.3.4

1. Να περιγράψετε τον τρόπο πολλαπλασιασμού του ιού HIV με τη βοήθεια του παρακάτω σχήματος.



Απάντηση

Το γενετικό υλικό του ιού HIV περιλαμβάνει δύο μονόκλινα μόρια RNA, καθένα από τα οποία είναι συνδεδεμένο με ένα μόριο αντίστροφης μεταγραφάσης, ένα ένζυμο που καταλύει την αντίστροφη μεταγραφή, δηλαδή τη σύνθεση DNA με πρότυπο RNA. Μετά την είσοδο του γενετικού υλικού του ιού στο κύτταρο - ξενιστή, το RNA του ιού λειτουργεί ως πρότυπο για την παραγωγή ενός μονόκλωνου μορίου DNA. Το μόριο αυτό, αφού γίνει δίκλωνο χρησιμοποιώντας τα ένζυμα του κυττάρου, ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό του κυττάρου. Στην περίπτωση αυτή, κάθε φορά που το κύτταρο αντιγράφει το DNA του προκειμένου να αναπαραχθεί, αντιγράφεται και το γενετικό υλικό του ιού που έχει ενσωματωθεί σ' αυτό. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αναπαραχθούν γενιές κυττάρων, τα οποία θα φέρουν και τις γενετικές πληροφορίες του ιού. Κάποια στιγμή, για λόγους που δεν είναι πάντοτε σαφείς, το γενετικό υλικό του ιού ενεργοποιείται, μεταγράφεται και μεταφράζεται, με αποτέλεσμα την παραγωγή νέων ιικών μορίων RNA και πρωτεϊνών. Από το συνδυασμό τους παράγονται νέοι ιοί, οι οποίοι, αφού εγκαταλείψουν το προσβεβλημένο κύτταρο, μολύνουν με την ίδια διαδικασία άλλα κύτταρα.

2. Ποιος πιστεύετε ότι είναι ο λόγος που δυσκολεύει τους επιστήμονες να παραγάγουν ένα εμβόλιο για τον ιό του AIDS;

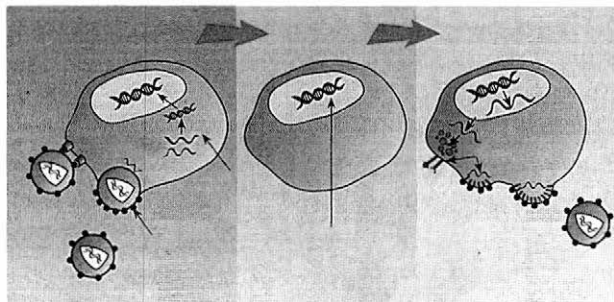
Απάντηση

Η ικανότητα του ιού να μεταλλάσσεται με ταχύτατους ρυθμούς καθιστά αδύνατη την πρόληψη και την αντιμετώπισή του από το ανοσοβιολογικό σύστημα, πράγμα που δυσκολεύει τη θεραπεία της νόσου. Η παρασκευή εμβολίου βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο, εξαιτίας των προβλημάτων που οφείλονται στην πολυμορφικότητα του ιού σε συνδυασμό με την ικανότητά του να μεταλλάσσεται.

3. Να αναφέρετε τα στάδια εξέλιξης από τη στιγμή που ένα άτομο προσβληθεί από τον ιό HIV.

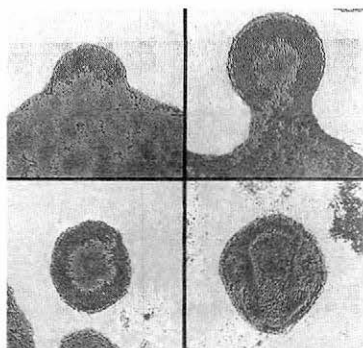
Απάντηση

Όταν ο ιός HIV εισέλθει στον οργανισμό του ανθρώπου, αρχίζει ένας «αγώνας» μεταξύ αυτού και του ανοσοβιολογικού συστήματος. Με την είσοδό του στον οργανισμό ο ιός HIV συνδέεται με τους ειδικούς υποδοχείς που βρίσκονται στην πλασματική μεμβράνη των βοηθητικών Τ-λεμφοκυττάρων και μολύνει περιορισμένο αριθμό από αυτά τα κύτταρα. Κατ' αυτό τον τρόπο το γενετικό υλικό του ιού εισέρχεται στα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα. Εκεί πολλαπλασιάζεται χρησιμοποιώντας το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση και αξιοποιώντας τους μηχανισμούς του κυττάρου. Αρχικά από το RNA του ιού συντίθεται μονόκλωνο DNA, το οποίο στη συνέχεια μετατρέπεται σε δίκλωνο DNA. Συνήθως το δίκλωνο DNA του ιού συνδέεται με το DNA του κυττάρου - ξενιστή και έκτοτε παραμένει ανενεργό (σε λανθάνουσα κατάσταση). Κατά την περίοδο αυτή το άτομο θεωρείται φορέας του ιού.



Για λόγους που δεν έχουν πλήρως διευκρινιστεί, υπάρχει η πιθανότητα να ενεργοποιηθεί ο ιός και να αρχίσει να πολλαπλασιάζεται. Οι καινούριοι ιοί που προκύπτουν μολύνουν άλλα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα. Από τη στιγμή της μόλυνσης του οργανισμού από τον ιό μέχρι τη διάγνωση της νόσου στο αίμα απαιτείται αρκετό χρονικό διάστημα, που μπορεί να έχει διάρκεια από 6 εβδομάδες έως 6 μήνες. Στο διάστημα αυτό το άτομο εμφανίζει λοιμώξεις, οι οποίες γρήγορα παρέρχονται και δεν οδηγούν στην υποψία για την ύπαρξη της συγκεκριμένης νόσου. Το άτομο όμως μπορεί να μεταδίδει τον ιό χωρίς να το γνωρίζει.

Μετά από αρκετά χρόνια (συνήθως 7 έως 10), διάστημα κατά το οποίο το ανοσοβιολογικό σύστημα ενεργοποιείται από πολλά αντιγόνα, εκδηλώνεται η τυπική συμπτωματολογία της ασθένειας (υψηλός πυρετός, έντονες λοιμώξεις, διάρροιες). Κατά το χρονικό αυτό διάστημα ο ιός μολύνει και καταστρέφει όλο και περισσότερα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα, με αποτέλεσμα να εξασθενεί η λειτουργία του ανοσοβιολογικού συστήματος. Με την πάροδο του χρόνου τα συμπτώματα αυτά γίνονται εντονότερα και το άτομο οδηγείται τελικά στο θάνατο.



4. Με ποιες μεθόδους μπορεί να γίνει η διάγνωση του AIDS;

Απάντηση

Η διάγνωση του AIDS γίνεται είτε με την ανίχνευση του RNA του ιού είτε με την ανίχνευση των ειδικών για τον ιό αντισωμάτων στο αίμα του ασθενούς. Αυτό είναι δυνατό να γίνει μετά την παρέλευση 6 εβδομάδων έως 6 μηνών από την εισβολή του ιού στον οργανισμό. Δυστυχώς όμως η ύπαρξη ειδικών αντισωμάτων ή ειδικών κυτταροτοξικών Τ-λεμφοκυττάρων στον οργανισμό του ατόμου δε σημαίνει αυτόματα και ανοσία. Ο ιός συνυπάρχει στο μολυσμένο άτομο με τα αντισώματα που έχουν παραχθεί γι' αυτόν.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 1.4

1. Ποιες διαφορές υπάρχουν ανάμεσα σε έναν κακοήγη και σε έναν καλοήγη όγκο;

Απάντηση

Οι καλοήθεις όγκοι, των οποίων τα κύτταρα περιβάλλονται από συνδετικό ιστό, δεν είναι επεκτατικοί, δηλαδή δεν εισβάλλουν στους γύρω ιστούς και δεν εξαπλώνονται σε άλλα σημεία του σώματος. Γενικά, δεν προκαλούν σοβαρή βλάβη στον οργανισμό, εκτός εάν λόγω του μεγέθους τους ασκούν πίεση σε ζωτικά όργανα. Αντίθετα, στους κακοήθεις όγκους τα κύτταρα εμφανίζουν διαφορετική μορφολογία σε σχέση με τα φυσιολογικά, εισβάλλουν στους γειτονικούς ιστούς, ενώ, μέσω της κυκλοφορίας του αίματος ή της λέμφου, είναι δυνατόν να μεταφερθούν σε άλλα σημεία του σώματος και να σχηματίσουν δευτερογενείς όγκους, φαινόμενο που ονομάζεται **μετάσταση**.

2. Ποια είναι τα αίτια της εμφάνισης του καρκίνου;

Απάντηση

Ο καρκίνος είναι μια πολυσταδιακή και πολυπαραγοντική ασθένεια. Τα αίτια που τον προκαλούν έχουν αναζητηθεί:

- σε μολυσματικούς παράγοντες, όπως είναι οι ιοί,
- σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως είναι οι διάφορες ακτινοβολίες και χημικές ενώσεις,
- στον τρόπο ζωής που επιλέγουμε (κάπνισμα, κατάχρηση αλκοόλ, διατροφικές συνήθειες),
- στις αλλαγές του γενετικού υλικού (μεταλλάξεις).

Όλοι αυτοί οι παράγοντες, δρώντας ταυτόχρονα ή διαδοχικά, οδηγούν βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα στην εμφάνιση του καρκίνου.

3. Ποιος είναι ο ρόλος των ογκογονιδίων και των ογκοκατασταλτικών γονιδίων στην καρκινογένεση;

Απάντηση

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες η έρευνα στη Μοριακή Βιολογία έχει προσανατολιστεί στη μελέτη των γονιδίων των καρκινικών κύτταρων και έχει πράγματι εντοπίσει δύο κατηγορίες γονιδίων, τα **ογκογονίδια** και τα **ογκοκατασταλτικά** γονίδια, τα οποία παίζουν ρόλο στην καρκινογένεση. Τα ογκογονίδια ανακαλύφθηκαν αρχικά σε διάφορους ιούς που έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν, στο εργαστήριο, φυσιολογικά κύτταρα σε καρκινικά. Παρόμοια όμως γονίδια βρέθηκαν στη συνέχεια και στα φυσιολογικά κύτταρα και ονομάστηκαν **πρωτοογκογονίδια**. Τα γονίδια αυτά ρυθμίζουν τον πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση των κυττάρων σε φυσιολογικές συνθήκες. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, γονιδιακές μεταλλάξεις ή χρωμοσωμικές ανωμαλίες είναι δυνατόν να μετατρέπουν τα γονίδια αυτά σε ογκογονίδια, με αποτέλεσμα την εμφάνιση καρκίνου.

Τα ογκοκατασταλτικά γονίδια, όπως δηλώνει το όνομά τους, καταστέλλουν την ανάπτυξη των όγκων, ρυθμίζοντας τη δράση των πρωτοογκογονιδίων που ελέγχουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων. Η απενεργοποίησή τους με γονιδιακή μετάλλαξη ή χρωμοσωμική ανωμαλία έχει ως αποτέλεσμα τον ανεξέλεγκτο κυτταρικό πολλαπλασιασμό. Η μελέτη των ογκοκατασταλτικών γονιδίων και των προϊόντων τους μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένες μεθόδους θεραπευτικής αντιμετώπισης του καρκίνου.

Ρόλο στην καρκινογένεση παίζει επίσης και η απενεργοποίηση των γονιδίων που ελέγχουν την παραγωγή επιδιορθωτικών ενζύμων. Τα επιδιορθωτικά ένζυμα διορθώνουν λάθη που προκαλούνται είτε από εξωτερικούς παράγοντες, όπως είναι η ακτινοβολία, είτε από τυχαία σφάλματα κατά την αντιγραφή του DNA.

Η εμφάνιση του καρκίνου οφείλεται στη συσσώρευση μεταλλάξεων στα παραπάνω γονίδια κατά τη διάρκεια της ζωής του ατόμου. Στην περίπτωση του καρκίνου του πάχους εντέρου οι ερευνητές, μελετώντας τα διαφορετικά στάδια εξέλιξής του, εντόπισαν μεταλλάξεις σε 6 διαφορετικά γονίδια. Μία ή δύο μεταλλάξεις φαίνεται ότι είναι αρκετές για την ανάπτυξη ενός καλοήθους όγκου, ενώ για την ανάπτυξη ενός κακοήθους όγκου υπολογίζεται ότι απαιτούνται περισσότερες από 5 μεταλλάξεις.

4. «Το γεγονός ότι τα καρκινικά κύτταρα διαθέτουν μεταλλαγμένα γονίδια δε σημαίνει απαραίτητα ότι ο καρκίνος είναι κληρονομικό νόσημα». Να σχολιάσετε την παραπάνω πρόταση.

Απάντηση

Οι μεταλλάξεις αυτές συμβαίνουν σε σωματικά κύτταρα, έχουν επιπτώσεις στο συγκεκριμένο άτομο και δεν κληροδοτούνται στους απογόνους του. Μόνο εάν μια μετάλλαξη συμβεί στα άωρα γεννητικά κύτταρα, από τα οποία προέρχονται οι γαμέτες, υπάρχει η πιθανότητα να κληροδοτηθεί από τους γονείς στους απογόνους, οι οποίοι θα πρέπει να υποστούν και άλλες μεταλλάξεις κατά τη διάρκεια της ζωής τους για να εκδηλώσουν καρκίνο. Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για γενετική προδιάθεση των ατόμων μιας οικογένειας σε κάποιο είδος καρκίνου ή με άλλα λόγια, για αυξημένη πιθανότητα να πάθουν καρκίνο τα άτομα αυτά σε σχέση με τον υπόλοιπο πληθυσμό.

5. Ποια θεραπευτική μέθοδος ακολουθείται στην περίπτωση που ένας καρκίνος έχει κάνει μετάσταση; Ποιες είναι οι παρενέργειες αυτής της μεθόδου;

Απάντηση

Υπάρχουν τέσσερις γενικοί τρόποι αντιμετώπισης του καρκίνου, η **χειρουργική επέμβαση**, η **ακτινοθεραπεία**, η **χημειοθεραπεία** και η **ανοσοθεραπεία**, ενώ μελετώνται πειραματικά αρκετές άλλες θεραπείες και εμβόλια.

Η χημειοθεραπεία χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση των καρκινικών κυττάρων στην περίπτωση που έχει ήδη γίνει μετάσταση.

Ισχυρά φάρμακα, τοξικά για τα διαιρούμενα κύτταρα, μπορούν να φτάσουν μέσω της κυκλοφορίας του αίματος σε όλα τα σημεία του σώματος και να καταστρέψουν τα καρκινικά κύτταρα. Όμως, εκτός από τα καρκινικά κύτταρα, ενδέχεται να καταστραφούν και υγιή κύτταρα του οργανισμού που βρίσκονται σε φάση διαίρεσης, όπως είναι για παράδειγμα τα κύτταρα του επιθηλίου του εντέρου, τα κύτταρα του αίματος, του δέρματος κτλ. Γι' αυτό το λόγο η χημειοθεραπεία μπορεί να έχει παρενέργειες όπως απώλεια μαλλιών, ναυτία, εμετό, αίσθημα κόπωσης, οι οποίες όμως παρέρχονται μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 1.5

1. Ποια είναι τα συμπτώματα του στερητικού συνδρόμου; Πού οφείλεται η μεγάλη ένταση των συμπτωμάτων αυτών;

Απάντηση

Τα εξαρτημένα από τα ναρκωτικά άτομα δύσκολα μπορούν να σταματήσουν τη λήψη των ουσιών αυτών. Και αν ακόμη το αποφασίσουν, έχουν να αντιμετωπίσουν μια σειρά συμπτωμάτων που καθιστά την κατάσταση δραματική. Το σύνολο των συμπτωμάτων απαρτίζουν το **στερητικό σύνδρομο**. Στο σύνδρομο αυτό περιλαμβάνονται η έντονη διέγερση, η έντονη εφίδρωση, οι μυϊκές συσπάσεις και οι ισχυροί πόνοι σε ολόκληρο το σώμα. Η ένταση των συμπτωμάτων αυτών είναι τόσο μεγάλη, ώστε το άτομο συχνά αποθαρρύνεται, σταματά τη διαδικασία απεξάρτησης και επανέρχεται πάλι στη συστηματική χρήση ναρκωτικών.

Πού οφείλεται όμως το γεγονός αυτό; Ας πάρουμε για παράδειγμα ένα μορφομανή. Γνωρίζουμε ότι ο οργανισμός του ανθρώπου παράγει ορισμένες ουσίες, τις «φυσιολογικές μορφίνες», που λέγονται **ενδορφίνες** και **εγκεφαλίνες**. Αυτές επιδρούν στα εγκεφαλικά κέντρα και έχουν ως σκοπό την καταστολή των μικρών πόνων και των διεγέρσεων που παρουσιάζονται ανά πάσα στιγμή στον οργανισμό. Αλλιώς η ζωή μας θα ήταν ένα συνεχές μαρτύριο. Όταν ο πόνος είναι πολύ μεγάλος, δεν αρκεί η δράση των ενδορφινών για την καταστολή του και τότε βοηθάμε τον οργανισμό με αναλγητικά φάρμακα.

Η μορφίνη και τα παράγωγά της λειτουργούν όπως οι ενδορφίνες, αλλά έχουν ισχυρότερη δράση. Λαμβάνοντας συνεχώς δόσεις μορφίνης αναστέλλονται οι μηχανισμοί παραγωγής των ενδορφινών, επειδή πλέον οι ουσίες αυτές δε μας χρειάζονται. Κατά συνέπεια, όταν ο μορφομανής αποφασίσει να αποτοξινωθεί διακόπτοντας τη λήψη ναρκωτικών ουσιών, το σύστημα της παραγωγής ενδορφινών δεν μπορεί πια να ενεργοποιηθεί, με αποτέλεσμα το άτομο να υποφέρει από πόνους και η δραματική αυτή κατάσταση να κάνει πολύ δύσκολη την απεξάρτησή του.

2. Πού οφείλεται η κίρρωση του ήπατος στους αλκοολικούς;

Απάντηση

Η υπερβολική κατανάλωση οινοπνεύματος ελαττώνει την ικανότητα του λεπτού εντέρου να απορροφά τις θρεπτικές ουσίες που περιέχονται στην τροφή μας. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι η φθορά του ήπατος, το οποίο, αντί να αποθηκεύει τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες που χρησιμοποιούνται από τα ηπατικά κύτταρα, αποθηκεύει λίπη στο συνδετικό ιστό που περιβάλλει τα ηπατικά κύτταρα. Η συνεχιζόμενη κατανάλωση οινοπνεύματος από έναν αλκοολικό καταλήγει συχνά σε εκφυλισμό του ηπατικού ιστού, μια κατάσταση που ονομάζεται κίρρωση του ήπατος. Αυτό συμβαίνει επειδή η συνεχής διόγκωση του συνδετικού ιστού έχει ως αποτέλεσμα τη συμπίεση και τη συρρίκνωση του ηπατικού κυττάρου, ώστε αυτό να μην μπορεί να λειτουργήσει ομαλά και να καταστρέφεται. Η κίρρωση του ήπατος, αν και δεν περιορίζεται στους αλκοολικούς, παρουσιάζεται ωστόσο σ' αυτούς σε ποσοστό οκτώ φορές μεγαλύτερο από ό,τι στα μη εξαρτημένα από το αλκοόλ άτομα.

Το ηπατικό κύτταρο διαθέτει αναγεννητική ικανότητα, οπότε, αν διακοπεί η λήψη του οινοπνεύματος, τότε σιγά σιγά καίγεται το λίπος που έχει αποθηκευτεί στο συνδετικό ιστό του ήπατος και το ήπαρ μπορεί να επανακτήσει τη λειτουργικότητά του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Γενικές παρατηρήσεις

Τα προβλήματα που έχουν προκαλέσει στη βίοςφαιρα οι ανθρώπινες δραστηριότητες -προβλήματα που ξεπερνούν τα σύνορα των διάφορων χωρών και χαρακτηρίζονται ως παγκόσμια- αναμένεται να επηρεάσουν την ποιότητα ζωής των μαθητών στις επόμενες δεκαετίες της ζωής τους.

Ο επαναπροσδιορισμός της σχέσης του ανθρώπου με το περιβάλλον είναι το ζητούμενο, και σ' αυτό οι σημερινοί μαθητές και αυριανοί πολίτες καλούνται να παίξουν ενεργό ρόλο. Οι διδακτικοί στόχοι του Αναλυτικού Προγράμματος, εκτός των άλλων, αφορούν την υιοθέτηση θετικών στάσεων και την αλλαγή της συμπεριφοράς των μαθητών απέναντι στο περιβάλλον. Οι στόχοι αυτοί δεν μπορούν να επιτευχθούν στο πλαίσιο της παραδοσιακής διδασκαλίας αλλά με άλλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, όπως αυτές που υιοθετούνται στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Στατιστικά στοιχεία δείχνουν ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό μαθητών του Λυκείου υλοποιούν δραστηριότητες Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, προφανώς εξαιτίας του υπερβολικού φόρτου εργασίας που συνεπάγονται οι πανελλαδικές εξετάσεις και η πίεση της εισαγωγής στο Πανεπιστήμιο. Το κεφάλαιο αυτό παρέχει πολλές ευκαιρίες για ομαδικές εργασίες και άλλες δραστηριότητες όσον αφορά την υλοποίηση των συναισθηματικών και συμμετοχικών στόχων του Αναλυτικού Προγράμματος.

Διδακτικοί στόχοι όπως περιγράφονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα

Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου ο μαθητής πρέπει:

1. Να είναι σε θέση να ερμηνεύει το ρόλο των παραγωγών στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και στη μετατροπή της σε χημική.
2. Να κατανοεί και να περιγράφει το μηχανισμό ροής της ύλης (κυκλική) και της ενέργειας (μη κυκλική) μέσω των οργανισμών.
3. Να κατανοεί το μηχανισμό και να αιτιολογεί τις συνέπειες από τη συσσώρευση μη βιοδιασπώμενων ουσιών στις τροφικές αλυσίδες.
4. Να αιτιολογεί την αλληλεξάρτηση του ανθρώπου με τους υπόλοιπους βιοτικούς και τους αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος.
5. Να είναι σε θέση να ταξινομεί τους φυσικούς πόρους σε ανανεώσιμους και μη.
6. Να χρησιμοποιεί τις γνώσεις του για να σχεδιάζει απλά μοντέλα οικοσυστημάτων και να προβλέπει τις αλλαγές που θα προκληθούν σ' αυτά από τις πιθανές μεταβολές των παραγόντων.
7. Να αιτιολογεί τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων του ανθρώπου στα οικοσυστήματα.
8. Να αναγνωρίζει την αναγκαιότητα για λεπτομερή επιστημονικό σχεδιασμό και για διαρκή έλεγχο των ανθρώπινων παρεμβάσεων που είναι απαραίτητο να γίνονται στα οικοσυστήματα.
9. Να αναγνωρίζει τη σχέση του τρόπου ζωής του ανθρώπου με την ποιότητα του περιβάλλοντός του.
10. Να έχει υιοθετήσει στάσεις και συμπεριφορές τέτοιες, που να βοηθούν στην πρόληψη ή στην αντιμετώπιση οικολογικών προβλημάτων.

Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να επιλέξει τους στόχους που αφορούν τις συγκεκριμένες διδακτικές ενότητες και να τους μετασχηματίσει σε ειδικούς και συγκεκριμένους. Στους γνωστικούς στόχους κάθε ενότητας συμπεριλαμβάνεται και η αποσαφήνιση όλων των βασικών όρων.

Δε θα πρέπει να παραλειφθούν οι συναισθηματικοί στόχοι, αυτοί δηλαδή που αφορούν στάσεις και συμπεριφορές, οι οποίοι στο κεφάλαιο αυτό έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα.

στω και αν δε γίνεται εκτεταμένη αναφορά σ' αυτά στο Βιβλίο του Μαθητή.

- Η εικόνα 2.2 δείχνει ένα φρυγανικό οικοσύστημα, χαρακτηριστικό πολλών περιοχών της Ελλάδας, το οποίο όμως δεν εκτιμούν οι μαθητές όπως, για παράδειγμα, ένα δασικό οικοσύστημα. Αναδείξτε την αξία αυτών των οικοσυστημάτων.
- Όσον αφορά τη σχέση ποικιλότητας - σταθερότητας των οικοσυστημάτων, νεότερα δεδομένα από την επιστήμη της Οικολογίας δείχνουν ότι η ποικιλότητα ίσως να μην είναι ικανή και αναγκαία συνθήκη για τη σταθερότητα ενός οικοσυστήματος. Το θέμα παραμένει υπό διερεύνηση.

2.2 Ροή ενέργειας - 2.2.1 Τροφικές αλυσίδες και τροφικά πλέγματα - 2.2.2 Τροφικές πυραμίδες και τροφικά πλέγματα - 2.2.3 Η έννοια της παραγωγικότητας

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Τροφική αλυσίδα ↓	Εικόνα βιβλίου
Τροφικό πλέγμα ↓	Εικόνα βιβλίου
Τροφικό επίπεδο ↓	
Τροφική πυραμίδα ↓	Εικόνες με κανονική και ανεστραμμένη πυραμίδα
Παραγωγικότητα	Εικόνες μέτρησης παραγωγικότητας, κοραλλιογενούς υφάλου

- Η κατανόηση της ροής της ενέργειας στα οικοσυστήματα παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες. Έρευνες έχουν αναδείξει παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με την έννοια της ενέργειας. Κάποιες παρανοήσεις σχετίζονται με το χαλαρό πλαίσιο με το οποίο χρησιμοποιείται η λέξη «ενέργεια» στην καθημερινή ζωή. Δεν είναι επίσης κατανοητή από όλους τους μαθητές η έννοια της χημικής ενέργειας ούτε οι ενεργειακές απαι-

τήσεις των οργανισμών για τη συντήρηση της ζωής σε κάθε τροφικό επίπεδο. Για να ελέγξετε το βαθμό κατανόησης αυτών των εννοιών από τους μαθητές, ζητήστε τους να γράψουν προτάσεις που να περιλαμβάνουν αυτούς τους όρους.

2.3 Βιογεωχημικοί κύκλοι - 2.3.1 Ο κύκλος του άνθρακα

Μια απλοποιημένη διδακτική προσέγγιση για όλους τους βιογεωχημικούς κύκλους είναι η εξής: για κάθε στοιχείο υπάρχει μια βασική «δεξαμενή» (ένα βασικό απόθεμα) στο αβιοτικό στοιχείο του οικοσυστήματος. Επιπλέον, υπάρχει και μια άλλη «δεξαμενή» στο βιοτικό στοιχείο του οικοσυστήματος. Ανάμεσα στις δύο «δεξαμενές» γίνεται μεταφορά του στοιχείου με διαδικασίες δέσμευσης - αποδέσμευσης. Η συνολική διαδικασία συνιστά το βιογεωχημικό κύκλο.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>CO₂ ατμόσφαιρας</p> <p>↓</p> <p>Φωτοσύνθεση</p> <p>↓</p> <p>Κυτταρική αναπνοή</p> <p>↓</p> <p>CO₂</p> <p>↓</p> <p>Παρέμβαση ανθρώπου</p>	<p>Πίνακας που δείχνει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας</p> <p>Στόμα φύλλου, εικόνες φωτοσύνθεσης από Βιολογία Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας</p> <p>Κύκλος του άνθρακα</p> <p>Άντληση πετρελαίου, αέρια ρύπανση από εργοστάσιο</p>

- Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης αποτελεί βασική έννοια στον κύκλο του άνθρακα. Μη θεωρήσετε την έννοια της φωτοσύνθεσης γνωστή, παρ' όλο που περιλαμβάνεται στην ύλη της Βιολογίας Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας. Πολλές έρευνες έχουν αναδείξει παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με τη φωτοσύνθεση.

2.3.2 Ο κύκλος του αζώτου

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>N₂ ατμόσφαιρας ↓ Αζωτοδέσμευση ↓ Φυτά ↓ Ζώα ↓ Αποικοδομητές ↓ Αμμωνία ↓ Νιτροποίηση - φυτά ↓ Απονιτροποίηση - N₂ ατμόσφαιρας ↓ Παρέμβαση ανθρώπου στον κύκλο του αζώτου</p>	<p>Αζωτοδεσμευτικά βακτήρια Εικόνα βιβλίου: κύκλος αζώτου Εικόνες βιβλίου: περιστέρωνας Τήνου, ευτροφισμός</p>

2.3.3 Ο κύκλος του νερού

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Βιολογικός ρόλος του νερού ↓ Εξάτμιση ↓ Διαπνοή ↓ Κατακρημνίσεις ↓ Επιφανειακή απορροή ↓ Συνετή διαχείριση</p>	<p>Εικόνα βιβλίου: κύκλος νερού Εικόνα: στόματα φυτών</p>

- Το νερό είναι ένας ανανεώσιμος φυσικός πόρος.
- Το μεγαλύτερο πρόβλημα σχετικά με το νερό είναι η διαφορετική κατανομή του στον πλανήτη. Σε κάποιες χώρες βρέχει πολύ, ενώ σε άλλες επικρατεί ξηρασία. Στη χώρα μας σε περιοχές όπως είναι οι Κυκλάδες το νερό είναι λιγοστό, ενώ στη Βόρεια Ελλάδα βρέχει συχνά.
- Η παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του νερού δεν αναλύεται σ' αυτή την ενότητα, όμως μπορείτε να κάνετε μια σύντομη αναφορά. Οι παρεμβάσεις αφορούν φυσικά τη ρύπανση του νερού και την υπεράντληση των υπόγειων αποθεμάτων, με συνέπεια την ανύψωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και την είσοδο αλμυρού νερού στα υπόγεια αποθέματα στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στη θάλασσα.
- Αξίζει να αναφερθεί ο ρόλος της βλάστησης στην επιφανειακή απορροή των υδάτων, ιδιαίτερα σε περιοχές όπως είναι η Αττική ή, πρόσφατα, η Σάμος που υποφέρουν το χειμώνα από πλημμύρες ως συνέπεια της καταστροφής των περιαστικών δασών από πυρκαγιές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- Οι ανθρώπινες δραστηριότητες σήμερα έχουν ως αποτέλεσμα τη συνεχή αύξηση στη ζήτηση του νερού. Η απάντηση στο πρόβλημα αυτό δεν είναι η ικανοποίηση της ζήτησης με την κατασκευή φραγμάτων, την εκτροπή ποταμών κτλ. αλλά η συνετή διαχείριση του νερού και ο περιορισμός της χρήσης του.
- Ενθαρρύνετε τους μαθητές (κυρίως αυτούς που κατοικούν σε πόλεις) να υλοποιήσουν τη δραστηριότητα 4 που περιλαμβάνεται στο Βιβλίο του Μαθητή. Παράγοντες που θα μπορούσαν να μειώσουν τα αποθέματα του νερού είναι μια χρονιά χωρίς πολλές βροχές, η αύξηση της ζήτησης κατά την περίοδο του καλοκαιριού ιδιαίτερα στις τουριστικές περιοχές κτλ. Οι μαθητές να προτείνουν συγκεκριμένους τρόπους εξοικονόμησης του νερού από την πλευρά των πολιτών (π.χ. πλύσιμο αυτοκινήτου με κουβά και όχι με λάστιχο, κλείσιμο βρύσης όταν πλένουμε τα δόντια μας, επιλογή φυτών για κήπους που δε χρειάζονται πολύ πότισμα κτλ.), αλλά και από την πλευρά της πολιτείας.

2.4 Ο ανθρώπινος πληθυσμός

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Γεωργική Επανάσταση ↓ Βιομηχανική Επανάσταση ↓ Γεωμετρική αύξηση του πληθυσμού ↓ Διαφορές αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών</p>	<p>Εικόνα: γεωμετρική και αριθμητική πρόοδος (από το κεφάλαιο «Εξέλιξη») Εικόνες πόλεων Χάρτης με το ρυθμό αύξησης του πληθυσμού στις διάφορες χώρες</p>

- Ζητήστε από τους μαθητές να σχολιάσουν το ένθετο «Ο κόσμος σε αριθμούς».

2.4.1 Άνθρωπος και περιβαλλοντικά προβλήματα - 2.4.2 της βιοποικιλότητας

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Βιοποικιλότητα ↓ Μείωση βιοποικιλότητας ↓ Υγρότοποι ↓ Υγρότοποι Ραμσάρ στην Ελλάδα ↓ Τροπικά δάση</p>	<p>Απειλούμενα είδη στην Ελλάδα: χελώνα <i>Caretta caretta</i>, καφέ αρκούδα, μεσογειακή φώκια, γυπαετός Μικρή Πρέσπα, νούφαρα, φλαμίνγκο, αλιεία, καλλιέργειες στο Δέλτα του Νέστου Χάρτης Ελλάδας με υγρότοπους Πράσινο τροπικό δάσος, καμένο τροπικό δάσος</p>

- Προβολή της βιντεοταινίας «Τα δάση της βροχής» (National Geographic). Μετά την προβολή της ταινίας ζητήστε από τους μαθητές να απαντήσουν σε διάφορες ερωτήσεις, όπως για παράδειγμα πού βρίσκονται τα τροπικά δάση, γιατί είναι σημαντικά για τη ζωή στον πλανήτη, γιατί μειώνονται.
- Υλοποιήσετε τη δραστηριότητα 3 που περιλαμβάνεται στο Βιβλίο του Μαθητή.
- Ζητήστε από τους μαθητές να σχολιάσουν το ένθετο «Η σημασία των τροπικών δασών». Το ένθετο προέρχεται από το άρθρο του Μαρτίνου Γκαϊτλιχ, *Η κρίση της βιοποικιλότητας*, εκδόσεις Στοχαστής, Αθήνα 1998.

Δραστηριότητες στο Διαδίκτυο

- Οι μαθητές μπορούν να βρουν το Κόκκινο Βιβλίο με τα απειλούμενα είδη του πλανήτη στο δικτυακό τόπο www.redlist.org. Στη θεματική περιοχή **Summary Statistics** μπορούν να βρουν τα απειλούμενα είδη ανά χώρα (Table 3). Ποιες χώρες έχουν το μεγαλύτερο αριθμό απειλούμενων ειδών; Πόσα απειλούμενα είδη υπάρχουν στην Ελλάδα;
- Στους δικτυακούς τόπους των οργανώσεων για την προστασία των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας (παρατίθενται παρακάτω) οι μαθητές θα βρουν τρόπους με τους οποίους μπορούν να συμβάλουν προσωπικά στην προστασία αυτών των ειδών.
- Εκτός από τις περιοχές φυσικού κάλλους και οικολογικής σημασίας, διάφορες περιοχές πολιτιστικού ενδιαφέροντος έχουν ανακηρυχθεί προστατευόμενες, ως παγκόσμια πολιτισμική κληρονομιά, από την ΟΥΝΕΣΚΟ. Στο δικτυακό τόπο www.whc.unesco.org/nhwc/pages/sites/s_worldx.htm, επιλέγοντας την Ευρώπη στον παγκόσμιο χάρτη, οι μαθητές μπορούν να δουν τις περιοχές αυτές της Ελλάδας.

2.4.3 Ερημοποίηση - 2.4.4 Ρύπανση - Ατμοσφαιρική ρύπανση

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Ερημοποίηση ↓	
Πυρκαγιά στα μεσογειακά οικοσυστήματα ↓	Εικόνες βιβλίου
Ρύπανση ↓	
Ατμοσφαιρική ρύπανση ↓	Εικόνες βιβλίου
Φαινόμενο θερμοκηπίου Φωτοχημικό νέφος Εξασθένηση στιβάδας όζοντος Όξινη βροχή ↓	Εικόνες βιβλίου
Ρύπανση υδάτων ↓	
Ευτροφισμός, βιοσυσσώρευση ↓	
Ρύπανση εδάφους ↓	
Ηχορρύπανση ↓	
Δράσεις για το περιβάλλον	

- Στην εικόνα με τη μείωση της στιβάδας του όζοντος η συγκέντρωση του όζοντος δίνεται σε μονάδες DU (Dodson Units), από το όνομα του επιστήμονα που έκανε τις πρώτες ποσοτικές μετρήσεις του όζοντος.
- Η εικόνα 2.32 του βιβλίου είναι δορυφορική φωτογραφία της Ανατολικής Μεσογείου (από το δικτυακό τόπο της NASA, με ημερομηνία 5-7-2000) και δείχνει τον καπνό από πυρκαγιά στη Σάμο. Η πυρκαγιά αυτή διήρκεσε πέντε ολόκληρες ημέρες και αποτέφρωσε χιλιάδες στρέμματα βλάστησης στο νησί. Τον επόμενο χειμώνα στη Σάμο έγιναν καταστροφικές πλημμύρες.
- Ζητήστε από τους μαθητές να σχολιάσουν το ένθετο «Φυτοφάρμακα

και αγρότες». Τα στοιχεία του κειμένου προέρχονται από τη μελέτη «Έκθεση σε γεωργικά φάρμακα και απουσία μέτρων προφύλαξης σε θερμοκήπια Τυμπακίου Κρήτης» των Μάνεση Ε., Βασιλείου Τ., Ιωάννου Α., Καφάτου Α., Λουμάκου Μ., Ντουντουνάκη Σ., Σαμαρά Χ., που δημοσιεύτηκε στην ειδική έκδοση της Γενικής Γραμματείας Νέας Γενιάς και του Δικτύου Δράσης για τα Φυτοφάρμακα με τίτλο *Φυτοφάρμακα - Προβλήματα και εναλλακτικές λύσεις*, Αθήνα 1990.

- Αν το σχολείο σας βρίσκεται σε αγροτική περιοχή, προτρέψτε τους μαθητές να υλοποιήσουν τη δραστηριότητα 2 που περιλαμβάνεται στο Βιβλίο του Μαθητή. Πρόσφατη μελέτη του Τμήματος Τοξικολογίας της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Κρήτης έδειξε ότι γυναίκες που λόγω επαγγέλματος εκτίθενται σε φυτοφάρμακα παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα καρκίνου του μαστού.
- Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας της ενότητας παροτρύνετε τους μαθητές να υλοποιήσουν τη δραστηριότητα 5 (παιχνίδι ρόλων - διάρκεια 1 διδακτική ώρα).

Δραστηριότητες στο Διαδίκτυο

- Στην ιστοσελίδα www.chernobyl.com οι μαθητές μπορούν να βρουν επιστημονικά στοιχεία για τη ρύπανση από ραδιενέργεια που προκλήθηκε μετά το ατύχημα στον πυρηνικό αντιδραστήρα του Τσερνόμπιλ, καθώς και τις συνέπειές της στην υγεία του ανθρώπου.

Προτεινόμενη βιβλιογραφία

- Emberlin J. C., **Εισαγωγή στην Οικολογία** (μτφρ. Αλ. Μελιάδου), εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα 1996.
- Τρούμπης Α., *Λογία Οικολογία*, εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα 1999.
- Κατσαδωράκη Γ., *Η φυσική κληρονομιά της Ελλάδας*, WWF Ελλάς, Αθήνα 2001.
- *Η φύση στην Οικολογία*, εκδόσεις Στοχαστής - ΔΙΠΕ, Αθήνα 1999.
- Μπάουμαν Ε., *Η ελληνική χλωρίδα στο μύθο, στην τέχνη, στη λογοτεχνία*, εκδόσεις Ελληνικής Εταιρείας Προστασίας της Φύσης, Αθήνα 1993.
- Κάρσον Ρ., *Σιωπηλή άνοιξη*, εκδόσεις Κάκτος, Αθήνα 1981.

- Μπράουν Λ., *Η κατάσταση του πλανήτη*, εκδόσεις ΔΙΠΕ - Γεωπονικού Πανεπι-στημίου Αθηνών, Αθήνα 1998.
- Αφιέρωμα του περιοδικού *National Geographic* (ελληνική έκδοση) στη «Βιοποικιλότητα», τόμ. 2, Νο 2, Φεβρουάριος 1999.
- Αφιέρωμα του περιοδικού *National Geographic* (ελληνική έκδοση) στον «Πληθυσμό», τόμ. 1, Νο 1, Οκτώβριος 1998.

Περισσότερες πληροφορίες στο Διαδίκτυο

Στους δικτυακούς τόπους που ακολουθούν μπορείτε να βρείτε πολλές πληροφορίες για τα θέματα αυτού του κεφαλαίου, σε διεθνές αλλά και σε ελληνικό επίπεδο, καθώς επίσης και πλούσιο εποπτικό υλικό για τη διδασκαλία. Ο κατάλογος είναι ενδεικτικός:

- World Wild Fund (WWF) www.panda.org
- WWF Ελλάς www.wwf.gr
- Σύλλογος για την Προστασία της Θαλάσσιας Χελώνας www.archelon.gr
- Αρκτούρος, σύλλογος για την προστασία της καφετιάς αρκούδας www.arcturos.gr
- Εθνικό Κέντρο Βιοτόπων και Υγροτόπων www.ekby.gr
- Κέντρο Περιβαλψης Άγριων Ζώων της Αίγινας www.ekpaz.gr
- Σύλλογος για την Προστασία της Θαλάσσιας Φώκιας www.mom.gr
- Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία www.ornithologiki.gr
- Greenpeace www.greenpeace.org
- World Conservation Monitoring Center www.wcmc.org.uk/species/animals/summstat.html
- Περιοδικό *Νέα Οικολογία*, ηλεκτρονική έκδοση, www.ecologia.gr
- World Watch Institute worldwatch.org
- Earth Watch www.earthwatch.org

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1) Ποια η εννοιολογική διαφορά των όρων «οικοσύστημα» και «βιότοπος»;
Απάντηση: Η έννοια του οικοσυστήματος περιλαμβάνει το βιότοπο.

2) Τι θα συνέβαινε σε ένα οικοσύστημα, αν έλειπαν οι αποικοδομητές;

3) Ενώστε με βέλη τους όρους της αριστερής στήλης με αυτούς της δεξιάς στήλης:

i) αποικοδομητές

ii) καταναλωτές

iii) παραγωγοί

α) ζώα

β) βακτήρια και μύκητες

γ) φυτά

δ) διασπούν την οργανική ύλη σε ανόργανη

ε δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια

στ) δεν μπορούν να παραγάγουν μόνοι τους τη τροφή τους

4) Γιατί ο ελέφαντας, το μεγαλύτερο ζώο της ξηράς, είναι φυτοφάγο;

Απάντηση: Ο ελέφαντας έχει μεγάλες ενεργειακές ανάγκες. Επειδή η διαθέσιμη ενέργεια μειώνεται καθώς προχωρούμε στα ανώτερα τροφικά επίπεδα, ο ελέφαντας παίρνει περισσότερη ενέργεια ως καταναλωτής πρώτης τάξης.

5) Ποιος είναι ο κυριότερος λόγος εξαφάνισης της άγριας ζωής σήμερα;

α) η ατμοσφαιρική ρύπανση

β) η όξινη βροχή

γ) η έλλειψη τροφής

δ) η καταστροφή των βιότοπων

Απάντηση: Σωστή είναι η (δ).

6) Γιατί είναι σημαντικά για τον πλανήτη τα τροπικά δάση; Να αναφέρετε μόνο τον κυριότερο λόγο.

Απάντηση: Διότι έχουν μεγάλη βιοποικιλότητα.

- 7) Συνδυάστε τους όρους της αριστερής στήλης με αυτούς της δεξιάς στήλης:
- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| i) όξινη βροχή | α) αύξηση των καρκίνων του δέρματος |
| ii) φαινόμενο θερμοκηπίου | β) καταστροφή των μαρμάρινων μνημείων |
| iii) τρύπα του όζοντος | γ) αύξηση της θερμοκρασίας της Γης |

- 8) Το μεγαλύτερο πρόβλημα σχετικά με το φυσικό πόρο «νερό» είναι:
- η διαφορετική κατανομή του στον πλανήτη μας
 - ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό του νερού της Γης είναι πόσιμο
 - η ρύπανσή του από φυτοφάρμακα
 - η ανύψωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα

Απάντηση: Σωστή είναι η (α).

- 9) Προτείνετε μια λύση για καθένα από τα παρακάτω περιβαλλοντικά προβλήματα:

- σκουπίδια.....(ανακύκλωση)
- νερό(οικονομία)
- μείωση της στιβάδας του όζοντος ... (απαγόρευση χλωροφθορανθράκων)
- φαινόμενο θερμοκηπίου(μείωση εκπομπών CO₂)

- 10) Σημειώστε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες είναι λανθασμένες (Λ):

- | | Σωστό | Λάθος |
|---|---------|---------|
| α) Η ενέργεια μέσα στα οικοσυστήματα ανακυκλώνεται. | | ...Λ... |
| β) Το έδαφος στα τροπικά δάση είναι πολύ πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. | | ...Λ... |
| γ) Ο συνολικός αριθμός των ειδών που υπάρχουν στη Γη δεν είναι γνωστός. | ...Σ... | |
| δ) Η ζωή στη Γη στηρίζεται στην ύπαρξη των παραγωγών. | ...Σ... | |

- 11) Πώς θα μπορούσατε να συμβάλετε προσωπικά στην προστασία ενός απειλούμενου είδους (π.χ. της χελώνας *Caretta caretta*);

Απάντηση: Ενδεικτικά, μπορείτε να: α) να γίνετε μέλη της οργάνωσης (οι περισσότερες περιβαλλοντικές οργανώσεις έχουν ως έσοδα τις συνδρομές των μελών τους), β) να προσφέρετε εθελοντική εργασία, γ) να υιοθετήσετε ως τάξη μια χελώνα *Caretta caretta*, δ) αν ζείτε κοντά σε παραλία ωτοκίας, να χρησιμοποιείτε την παραλία με τρόπο που δε θα ενοχλεί την αναπαραγωγή της χελώνας.

- 12) Ποιο περιβαλλοντικό πρόβλημα προκύπτει από την προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες;

Απάντηση: Ο ευτροφισμός.

- 13) Σημειώστε με (Σ) τις προτάσεις που είναι σωστές.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου:

- Επέτρεψε την ύπαρξη ζωής πάνω στη Γη.
- Οφείλεται στην αύξηση της χρήσης των χλωροφθορανθράκων.
- Αυξάνει την ηλιακή ακτινοβολία που αντανακλάται στο διάστημα.
- Το CO₂ που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα απορροφά την εκπέμπόμενη από την επιφάνεια της Γης ηλιακή ακτινοβολία.
- Οφείλεται στην αύξηση του κونيότου της ατμόσφαιρας.
- Είναι πιθανό να προκαλέσει άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

- 14) Πότε ένα στοιχείο της βίοςφαιρας μετατρέπεται σε ρυπαντή;

- 15) Συμπληρώστε με την κατάλληλη λέξη τα κενά:

Η απομάκρυνση των υδρατμών από τα φύλλα των φυτών ονομάζεται, ενώ η απομάκρυνση των υδρατμών από οποιαδήποτε επιφάνεια ονομάζεται

Η ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία του υδρολογικού κύκλου είναι το του συνόλου της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στη Γη, ενώ για τη φωτοσύνθεση απαιτείται το

- 16) Γράψτε συνοπτικά τους δρόμους που μπορεί να ακολουθήσει το νερό της βροχής καθώς πέφτει στην ξηρά.

- 17) Ποια είναι τα προβλήματα που προκαλεί η μεγάλη επιφανειακή απορροή του νερού;
- 18) Αναφέρετε 4 αίτια για τη μείωση της βιοποικιλότητας.
- 19) Σημειώστε με κύκλο τις σωστές απαντήσεις:
- Η κυριότερη αιτία μείωσης της έκτασης των υγρότοπων είναι η αλιεία.
 - Τα τροπικά δάση είναι τα οικοσυστήματα με τη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα.
 - Η σύμβαση Ραμσάρ έχει στόχο την προστασία των τροπικών δασών.
 - Η αποψίλωση των τροπικών δασών δημιουργεί πολύ γόνιμα καλλιεργήσιμα εδάφη.
 - Ένας βάλτος είναι ένας υγρότοπος.
 - Η αποψίλωση των τροπικών δασών είναι μια μη αντιστρεπτή διαδικασία.
- 20) Εξηγήστε με συντομία γιατί το έδαφος στα τροπικά δάση είναι φτωχό σε θρεπτικά συστατικά.
- 21) Ποιο από τα παρακάτω μπορεί να συμβάλει στην ερημοποίηση μιας μεσογειακής περιοχής;
- α) Οι απότομες και καταρρακτώδεις βροχές
 - β) Η αποψίλωση του εδάφους
 - γ) Η δημιουργία αναβαθμίδων
 - δ) Η υπερβόσκηση
 - ε) Το έντονο ανάγλυφο
 - στ) Μια φωτιά κάθε εκατό χρόνια
- 22) Συμπληρώστε με την κατάλληλη λέξη τα κενά:
- Η φωτιά είναι σύνηθες φαινόμενο στα οικοσυστήματα. Οι φυτικοί οργανισμοί μετά τη φωτιά μπορούν να, όπως το πουρνάρι, ή να ξαναφυτρώσουν με σπέρματα, όπως Η φωτιά συμβάλλει στη του εδάφους. Το οικοσύστημα συνήθως επανακά-

μπτει σε λιγότερο από χρόνια και γι' αυτό δεν είναι απαραίτητη η Ο κυριότερος ανασταλτικός παράγοντας για την επανάκαμψη είναι Αυτό συμβαίνει γιατί οι καμένες εκτάσεις καλύπτονται από, που είναι καλή κτηνοτροφία.

23) Βάλτε σε κύκλο τις σωστές προτάσεις.

Η στιβάδα του όζοντος:

- Επιτρέπει τη διείσδυση όλης της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της Γης.
- Εμποδίζει την υπεριώδη ακτινοβολία να φτάσει στην επιφάνεια της Γης.
- Επέτρεψε την εξέλιξη των οργανισμών.
- Έχει μειωθεί έντονα πάνω από τον Ισημερινό.
- Καταστρέφεται από τους χλωροφθοράνθρακες.
- Μειώνεται εξαιτίας της ρύπανσης από τις καύσεις.

24) Ανάφερε τρία πράγματα που μπορείς να κάνεις εσύ προσωπικά για την προστασία του περιβάλλοντος.

[Η απάντηση θα πρέπει να αφορά συγκεκριμένες δράσεις, όπως για παράδειγμα: την αποφυγή αγοράς προϊόντων ή συσκευών που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες, τη χρήση μαζικών μέσων μεταφοράς αντί του αυτοκινήτου, την οικονομία στη χρήση του νερού (π.χ. ντους αντί για μπάνιο στην μπανιέρα, πλύσιμο αυτοκινήτου με κουβά αντί με λάστιχο), το κλείσιμο των φώτων στο σπίτι όταν δε χρειάζονται, την αγορά αγροτικών προϊόντων που προέρχονται από βιολογική καλλιέργεια κτλ.]

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 2.1

1. Ποια είναι τα συστατικά από τα οποία αποτελείται ένα οικοσύστημα; Για ποιο λόγο είναι απαραίτητο να τα μελετούμε στην αλληλεπίδρασή τους και όχι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο;

Απάντηση

Το οικοσύστημα είναι ένα σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει τους **βιοτικούς παράγοντες** μιας περιοχής, δηλαδή το σύνολο των οργανισμών που ζουν σ' αυτήν, τους **αβιοτικούς παράγοντες** της περιοχής, καθώς και το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους.

Οι οργανισμοί που ζουν σε ένα οικοσύστημα διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζουν την τροφή τους, σε παραγωγούς, καταναλωτές και αποικοδομητές.

Οι αβιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τους βιοτικούς και καθορίζουν τη φύση του αλλά και τη λειτουργία του. Για παράδειγμα, το πόσο διαθέσιμο είναι το νερό σε ένα οικοσύστημα καθορίζει την ποικιλία των οργανισμών που ζουν σ' αυτό αλλά και τις μεταξύ τους σχέσεις. Αν, για παράδειγμα, η βροχόπτωση σε μια περιοχή είναι μεγάλη, ευνοείται η αύξηση του πληθυσμού των διαφορετικών φυτικών ειδών και κατ' επέκταση η αύξηση του πληθυσμού των φυτοφάγων ζώων. Επομένως είναι απαραίτητο να μελετούμε τα συστατικά ενός οικοσυστήματος στην αλληλεπίδρασή τους και όχι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

2. Η πόλη στην οποία ζείτε, όπως και κάθε άλλη πόλη, αποτελεί ένα ετερότροφο οικοσύστημα. Να προσδιορίσετε ποιες είναι οι εισροές και ποιες οι εκροές της, ώστε να εξασφαλίζεται η επιβίωση των οργανισμών που ζουν σ' αυτήν και η ισορροπία του οικοσυστήματος.

Απάντηση

Η ενέργεια που είναι απαραίτητη για την επιβίωση των κατοίκων μιας πόλης εισάγεται με τη μορφή των τροφίμων που δεν έχουν παραχθεί σ' αυτήν αλλά σε άλλα αυτότροφα οικοσυστήματα. Στη συνέχεια η διανομή

ενέργειας γίνεται μέσω των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος (ροή ενέργειας). Η εκροή της ενέργειας γίνεται με την απομάκρυνση των αστικών απορριμμάτων για την αποικοδόμησή τους, αφού απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων είναι η ανακύκλωση των διάφορων χημικών στοιχείων, ώστε να είναι αυτά συνεχώς διαθέσιμα στους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος.

3. Ποιοι από τους οργανισμούς (παραγωγούς, καταναλωτές, αποικοδομητές) ενός οικοσυστήματος δεν είναι απολύτως απαραίτητοι για την ύπαρξή του; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Απάντηση

Οι **παραγωγοί** είναι οι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν, έχουν δηλαδή την ικανότητα να δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και να την αξιοποιούν για την παραγωγή γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων από απλά ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό). Στους παραγωγούς, που χαρακτηρίζονται και ως **αυτότροφοι** οργανισμοί, διότι παράγουν οι ίδιοι τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους, υπάγονται οι πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί, τα φύκια και τα κυανοβακτήρια.

Όλοι οι άλλοι οργανισμοί των οικοσυστημάτων, οι οποίοι δε φωτοσυνθέτουν, χαρακτηρίζονται ως **ετερότροφοι**, γιατί παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους. Οι ετερότροφοι οργανισμοί διακρίνονται σε καταναλωτές και αποικοδομητές. Στους **καταναλωτές**, τους οργανισμούς δηλαδή που τρέφονται με φυτικούς ή άλλους ζωικούς οργανισμούς, ανήκουν οι μονοκύτταροι και οι πολυκύτταροι ζωικοί οργανισμοί.

Οι **αποικοδομητές** παίζουν σπουδαίο ρόλο στη λειτουργία του οικοσυστήματος, καθώς μετατρέπουν την οργανική ύλη σε ανόργανη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς.

Ένα οικοσύστημα θα μπορούσε να συντηρηθεί χωρίς παραγωγούς, αν τροφοδοτούνταν συνεχώς με θρεπτικά συστατικά που είχαν παραχθεί σε άλλο οικοσύστημα. Επίσης ένα οικοσύστημα θα μπορούσε να συντηρηθεί χωρίς την παρουσία καταναλωτών, αφού η νεκρή οργανική ύλη από τους παραγωγούς θα ανοργανοποιούνταν από τους αποικοδομητές και τα στοιχεία που θα απελευθερώνονταν θα επαναδεσμεύονταν από τους παραγω-

γούς. Ένα οικοσύστημα χωρίς τους αποικοδομητές δε θα μπορούσε να συντηρηθεί, αφού τα στοιχεία του περιβάλλοντος σταδιακά θα εξαντλούνταν, με συνέπεια την εξαφάνιση των παραγωγών και των καταναλωτών.

4. Οι γεωργικές καλλιέργειες αποτελούν συνήθως λιγότερο σταθερά οικοσυστήματα από τα φυσικά. Για ποιους κατά τη γνώμη σας λόγους συμβαίνει αυτό;

Απάντηση

Οι γεωργικές καλλιέργειες αποτελούν συνήθως λιγότερο σταθερά οικοσυστήματα από τα φυσικά (δάση, λίμνες κτλ.), γιατί έχουν μικρότερη ποικιλότητα. Σε ένα τέτοιο οικοσύστημα όπως οι γεωργικές καλλιέργειες είναι περιορισμένος ο αριθμός των διαφορετικών ειδών που ζουν σ' αυτό, οπότε περιορίζεται και το πλήθος των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Έτσι κάθε διαταραχή της ισορροπίας του οικοσυστήματος που θα προκαλούσε την εξαφάνιση ενός είδους θα απειλούσε άμεσα και την εξαφάνιση του είδους που εξαρτάται τροφικά από αυτό. Αν αντίθετα υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργανισμών, οι εναλλακτικές λύσεις στη διατροφή τους είναι περισσότερες και επομένως η εξαφάνιση ή η μείωση του πληθυσμού ενός είδους δεν απειλεί άμεσα τα είδη που τρέφονται από αυτό. Τελικά η ποικιλότητα των οικοσυστημάτων, αν και φαινομενικά αντιβαίνει στην ισορροπία τους, καθώς θα ήταν αναμενόμενο οι πιο απλές δομές να είναι και πιο σταθερές, αντίθετα την ενισχύει. Πράγματι, όσο μεγαλύτερη ποικιλότητα έχει ένα οικοσύστημα, τόσο πιο ισορροπημένο είναι. Αυτό συμβαίνει, γιατί τα οικοσυστήματα με μεγαλύτερη ποικιλότητα παρουσιάζουν και μεγαλύτερη ποικιλία σχέσεων μεταξύ των βιοτικών παραγόντων τους. Έτσι, όποτε μια μεταβολή διαταράσσει την ισορροπία τους, υπάρχουν αρκετοί διαθέσιμοι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που την αποκαθιστούν.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 2.2

1. Δύο κτηνοτρόφοι έχουν από ένα κοπάδι 100 προβάτων ο καθένας και τα πηγαίνουν για βοσκή σε διαφορετικούς βοσκότοπους. Ο πρώτος χρησιμοποιεί για βοσκότοπο μια ερημοποιημένη περιοχή της οποίας η πρωτογενής παραγωγικότητα είναι 500 g/m^2 στους έξι μήνες και δεύτερος χρησιμοποιεί για βοσκότοπο μια περιοχή κοντά στο δέλτα ενός ποταμού με πρωτογενή παραγωγικότητα 2500 g/m^2 στους έξι μήνες. Όλα τα πρόβατα στο διάστημα των έξι μηνών παρουσίασαν την ίδια ανάπτυξη.
- α) Ποιο από τα δύο βοσκότοπα έχει μεγαλύτερη έκταση και κατά πόσο;
- β) Αν οι δύο κτηνοτρόφοι χρησιμοποιήσουν για τη βοσκή των προβάτων τους ίσες εκτάσεις των βοσκότοπων τους, ποιος από τους δύο θα έχει μετά από έξι μήνες πρόβατα με μεγαλύτερο βάρος;

Απάντηση

- α) Ο βοσκότοπος στο δέλτα του ποταμού έχει πενταπλάσια παραγωγικότητα από αυτή του ερημοποιημένου βοσκότοπου. Αφού όλα τα πρόβατα παρουσίασαν την ίδια ανάπτυξη, προσέλαβαν και την ίδια ποσότητα τροφής. Για να έχουν οι δύο βοσκότοποι την ίδια παραγωγή θα πρέπει ο ερημοποιημένος βοσκότοπος να έχει πενταπλάσια έκταση.
- β) Ο κτηνοτρόφος του οποίου ο βοσκότοπος είναι κοντά στο δέλτα του ποταμού λόγω της μεγαλύτερης παραγωγικότητας του.

2. Έστω ότι σε μια λίμνη ισχύει η τροφική αλυσίδα: φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → μικρά ψάρια → μεγάλα ψάρια → υδρόβια πτηνά. Όλοι οι οργανισμοί κάθε τροφικού επιπέδου τρέφονται αποκλειστικά με οργανισμούς του προηγούμενου τροφικού επιπέδου. Εάν η βιομάζα των μικρών ψαριών είναι 5×10^4 Kg και η ενέργεια που εμπεριέχεται στο φυτοπλαγκτόν είναι 40 KJoules/Kg φυτοπλαγκτού:
- Να υπολογιστεί η βιομάζα των υπόλοιπων τροφικών επιπέδων και να σχεδιαστεί η αντίστοιχη τροφική πυραμίδα.
 - Να υπολογιστεί η ενέργεια που εμπεριέχεται σε κάθε τροφικό επίπεδο και να σχεδιαστεί η αντίστοιχη τροφική πυραμίδα.
 - Με δεδομένο ότι το μέσο βάρος ενός πτηνού είναι 2,5 Kg, να υπολογιστεί ο αριθμός των υδρόβιων πτηνών που μπορούν να εξασφαλίσουν την τροφή τους μέσω αυτής της τροφικής αλυσίδας.

Απάντηση

- α. Με δεδομένο ότι μόνο το 10% περίπου της βιομάζας ενός τροφικού επιπέδου περνά στο επόμενο τροφικό επίπεδο, καθώς το 90% χάνεται, τότε ισχύει:

$$B_{\text{επιπέδου}} = \frac{10}{100} \times B_{\text{προηγούμενου επιπέδου}}$$

$$B_{\text{φυτοπλαγκτού}} = 5 \times 10^6 \text{ Kg}$$

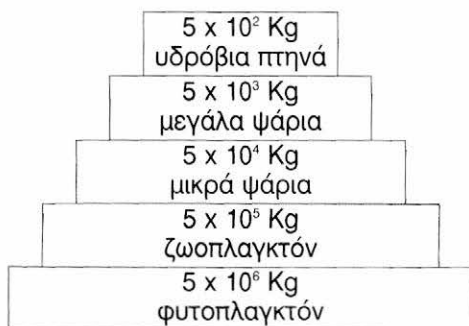
$$B_{\text{ζωοπλαγκτού}} = 5 \times 10^5 \text{ Kg}$$

$$B_{\text{μικρών ψαριών}} = 5 \times 10^4 \text{ Kg}$$

$$B_{\text{μεγάλων ψαριών}} = 5 \times 10^3 \text{ Kg}$$

$$B_{\text{υδρόβιων πτηνών}} = 5 \times 10^2 \text{ Kg}$$

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα κατασκευάζουμε την πυραμίδα της βιομάζας:



β. Η συνολική ενέργεια που περικλείεται στο επίπεδο του φυτοπλαγκτού υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_{\text{φυτοπλαγκτού}} = B_{\text{φυτοπλαγκτού}} \times E_{\text{ανά Kg φυτοπλαγκτού}} \rightarrow$$

$$E_{\text{φυτοπλαγκτού}} = 5 \times 10^6 \text{ Kg} \times 40 \text{ KJoules/Kg} \rightarrow$$

$$E_{\text{φυτοπλαγκτού}} = 2 \times 10^8 \text{ KJoules}$$

Ό,τι ισχύει για τη βιομάζα ισχύει και για την ενέργεια, δηλαδή μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνά στο επόμενο τροφικό επίπεδο, καθώς το 90% χάνεται, οπότε έχουμε:

$$E_{\text{επιπέδου}} = \frac{10}{100} \times E_{\text{προηγούμενου επιπέδου}}$$

$$E_{\text{φυτοπλαγκτού}} = 2 \times 10^8 \text{ KJoules}$$

$$E_{\text{ζωοπλαγκτού}} = 2 \times 10^7 \text{ KJoules}$$

$$E_{\text{μικρών ψαριών}} = 2 \times 10^6 \text{ KJoules}$$

$$E_{\text{μεγάλων ψαριών}} = 2 \times 10^5 \text{ KJoules}$$

$$E_{\text{υδρόβιων πτηνών}} = 2 \times 10^4 \text{ KJoules}$$

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα κατασκευάζουμε την πυραμίδα της ενέργειας:



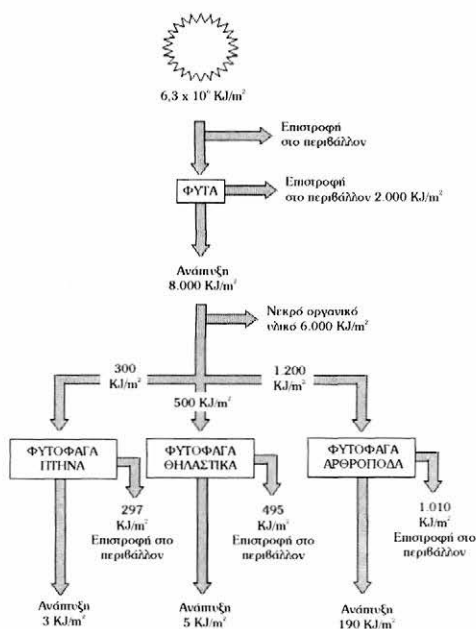
γ. Ο αριθμός των υδρόβιων πτηνών που μπορούν να εξασφαλίσουν την τροφή τους μέσω αυτής της τροφικής αλυσίδας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$B_{\text{υδρόβιων πτηνών}} = \text{αριθμός πτηνών} \times B_{\text{πτηνού}} \rightarrow$$

$$5 \times 10^2 \text{ Kg} = \text{αριθμός πτηνών} \times 2,5 \text{ Kg} \rightarrow$$

$$\text{αριθμός πτηνών} = 200$$

3. Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες του διαγράμματος να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:



- Τι ποσοστό της ενέργειας που παίρνουν τα φυτά από τον ήλιο το δεσμεύουν με τη φωτοσύνθεση;
- Ποια είναι η διαδικασία με την οποία τα φυτά επιστρέφουν στο περιβάλλον τους 2.000 KJ/m^2 ;
- Τι ποσοστό της ενέργειας που παίρνουν τα φυτοφάγα πτηνά από τα φυτά το επιστρέφουν στο περιβάλλον τους;
- Τι ποσοστό της ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο ενσωματώνεται στους ιστούς των φυτοφάγων πτηνών;
- Τι ποσοστό της ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο τα φυτοφάγα αρθρόποδα το επιστρέφουν στο περιβάλλον;
- Πώς μπορεί να εξηγηθεί η διαφορά του ποσοστού της επιστρεφόμενης ενέργειας ανάμεσα στα πτηνά και τα αρθρόποδα;

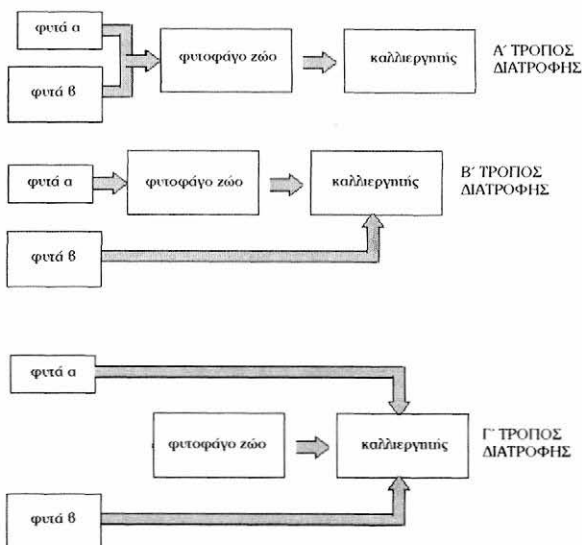
Απάντηση

- Τα φυτά δεσμεύουν συνολικά τόση ποσότητα ενέργειας όση το άθροισμα της ενέργειας που απελευθερώνεται ως θερμότητα και της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη τους, δηλαδή $2.000 + 8.000$

= 10.000 KJ/m². Συνεπώς το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση είναι: $10.000/6,3 \times 10^6 \approx 0,16\%$.

- β. Η διαδικασία με την οποία τα φυτά επιστρέφουν στο περιβάλλον τους 2000 KJ/m² είναι η αναπνοή.
- γ. Το ποσοστό που παίρνουν τα φυτοφάγα πτηνά από τα φυτά και το επιστρέφουν στο περιβάλλον τους είναι $297/300 = 99\%$.
- δ. Το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που ενσωματώνεται στους ιστούς των φυτοφάγων πτηνών είναι $3/6,3 \times 10^6 = 0,47 \times 10^{-4}\%$.
- ε. Το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που επιστρέφουν τα φυτοφάγα αρθρόποδα στο περιβάλλον τους είναι $1.010/6,3 \times 10^6 = 0,016\%$.
- στ. Τα πτηνά επιστρέφουν στο περιβάλλον τους το 99% της ενέργειας, ενώ τα αρθρόποδα το 84% ($1.010/1.200 = 84\%$). Η διαφορά αυτή εξηγείται από το γεγονός ότι τα πτηνά καταναλώνουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας για τη μετακίνησή τους από ό,τι τα αρθρόποδα.

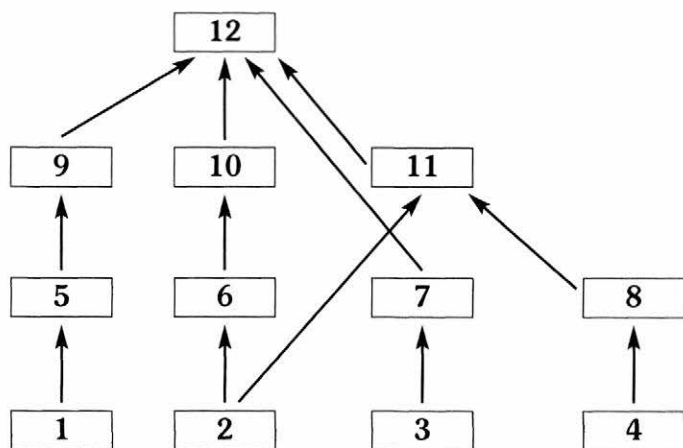
4. Ο καλλιεργητής ενός αγροκτήματος ασχολείται με την καλλιέργεια δύο φυτικών ειδών και την εκτροφή ενός ζωικού είδους που είναι φυτοφάγο. Ποιος από τους εικονιζόμενους τρόπους διατροφής είναι ο λιγότερο και ποιος ο περισσότερο αποδοτικός από ενεργειακή άποψη και γιατί;



Απάντηση

Ο λιγότερο αποδοτικός τρόπος είναι ο Α', διότι ο καλλιεργητής προσλαμβάνει το συνολικό ποσό της ενέργειας που αποδίδουν οι παραγωγοί πλην των αναπνευστικών απωλειών του φυτοφάγου ζώου και του ποσού της ενέργειας που περικλείεται στα οργανικά υπολείμματά του. Ο περισσότερο αποδοτικός τρόπος είναι ο Γ', διότι ο καλλιεργητής επωφελείται από το σύνολο της ενέργειας που αποδίδουν τα φυτά (α, β) και το φυτοφάγο ζώο, αφού δεν προηγείται άλλο τροφικό επίπεδο για να υπάρξουν απώλειες.

5. Στην εικόνα παρουσιάζονται οι τροφικές σχέσεις σε ένα οικοσύστημα. Αν οι οργανισμοί 1, 2, 3, 4 αντιπροσωπεύουν παραγωγούς και όλοι οι υπόλοιποι καταναλωτές, να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:



- Τι ονομάζουμε τροφική αλυσίδα, τι τροφικό πλέγμα και τι τροφικό επίπεδο;
- Πόσες διαφορετικές τροφικές αλυσίδες διαπιστώνετε ότι υπάρχουν στο οικοσύστημα;
- Ποιος είναι ο κορυφαίος καταναλωτής του οικοσυστήματος;
- Ποιος από τους οργανισμούς του οικοσυστήματος συμπεριφέρεται ταυτόχρονα και ως καταναλωτής 2ης και ως καταναλωτής 1ης τάξης; Ποιος οργανισμός είναι η τροφή του σε κάθε περίπτωση;
- Ποιοι από τους καταναλωτές του οικοσυστήματος αναμένετε να είναι οι μεγαλύτεροι σε βιομάζα και γιατί;

- στ. Ποιος από τους οργανισμούς του οικοσυστήματος συμπεριφέρεται ταυτόχρονα και ως καταναλωτής 3ης και ως καταναλωτής 2ης τάξης; Ποιος οργανισμός είναι η τροφή του σε κάθε περίπτωση;
- ζ. Με ποιους άλλους οργανισμούς ο οργανισμός της ερώτησης (στ) ανήκει στο ίδιο τροφικό επίπεδο, όταν συμπεριφέρεται ως καταναλωτής 2ης τάξης;
- η. Ποια από τις έννοιες, η τροφική αλυσίδα ή το τροφικό πλέγμα, είναι πλησιέστερη προς την πραγματικότητα που υπάρχει στα φυσικά οικοσυστήματα και γιατί;
- θ. Αν εξαφανιστεί ο οργανισμός 2, ποιοι οργανισμοί θα επηρεαστούν τροφικά και γιατί;
- ι. Ποιοι από τους οργανισμούς της ερώτησης (θ) θα επηρεαστούν περισσότερο και γιατί;

Απάντηση

- α. **Τροφική αλυσίδα** είναι η απεικόνιση μιας απλής τροφικής σχέσης μεταξύ των οργανισμών που ζουν σε μια περιοχή με την προϋπόθεση ότι κάθε καταναλωτής καταναλώνει και καταναλώνεται από οργανισμούς ενός μόνο επιπέδου.

Τροφικό πλέγμα είναι η απεικόνιση όλων των δυνατών τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.

Τροφικό επίπεδο είναι το επίπεδο στο οποίο τοποθετούνται όλοι οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος που τρέφονται απέχοντας τον ίδιο αριθμό βημάτων από τον ήλιο και έχουν τις ίδιες τροφικές συνήθειες.

- β. Στο οικοσύστημα υπάρχουν πέντε διαφορετικές τροφικές αλυσίδες και είναι οι εξής:

1→5→9→12, 2→6→10→12, 3→7→12, 2→11→12 και 4→8→11→12.

- γ. Ο κορυφαίος καταναλωτής του οικοσυστήματος είναι ο οργανισμός 12, διότι είναι αυτός που δεν αποτελεί τροφή κανενός.

- δ. Ο οργανισμός 11 συμπεριφέρεται ταυτόχρονα ως καταναλωτής 2ης και ως καταναλωτής 1ης τάξης. Όταν είναι 2ης τάξης, τρέφεται από τον οργανισμό 8, ενώ, όταν είναι 1ης τάξης, τρέφεται από τον οργανισμό 2.

- ε. Οι καταναλωτές με τη μεγαλύτερη βιομάζα είναι οι καταναλωτές 1ης τάξης, διότι η βιομάζα τους είναι το 10% της βιομάζας των παραγωγών, ενώ οι καταναλωτές 2ης τάξης είναι το 1% της βιομάζας των παραγωγών και οι καταναλωτές 3ης τάξης είναι το 0,1% της βιομάζας των παραγωγών.
- στ. Ο οργανισμός 12 συμπεριφέρεται ταυτόχρονα ως καταναλωτής 3ης και ως καταναλωτής 2ης τάξης. Όταν είναι 3ης τάξης, τρέφεται από τους οργανισμούς 9, 10 και 11, ενώ, όταν είναι 2ης τάξης, τρέφεται από τους οργανισμούς 7 και 11.
- ζ. Όταν ο οργανισμός 12 συμπεριφέρεται ως καταναλωτής 2ης τάξης, ανήκει στο ίδιο τροφικό επίπεδο με τους οργανισμούς 9, 10 και 11.
- η. Το τροφικό πλέγμα, διότι οι τροφικές σχέσεις κάθε είδους είναι πολύπλοκες.
- θ. Θα επηρεαστούν οι οργανισμοί 6, 10, 11 και 12, διότι στηρίζονται τροφικά στον οργανισμό 2, άμεσα ή έμμεσα.
- ι. Οι οργανισμοί 6 και 10. Ο οργανισμός 6, γιατί τρέφεται μόνο από τον 2, και ο οργανισμός 10, γιατί τρέφεται μόνο από τον 6.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 2.3

1. Το άζωτο βρίσκεται σε τεράστια ποσότητα στην ατμόσφαιρα (78%). Καθώς η μεγάλη πλειονότητα των αυτότροφων οργανισμών είναι ανίκανη να το χρησιμοποιήσει σ' αυτή την αέρια μοριακή μορφή (N_2), απαιτείται η μετατροπή του σε εύληπτη μορφή. Να περιγράψετε τη διαδικασία με την οποία γίνεται αυτή η μετατροπή.

Απάντηση

Το άζωτο αποτελεί ένα σημαντικό χημικό στοιχείο για τη ζωή, καθώς είναι συστατικό πολλών βιομορίων όπως των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών. Αν και το άζωτο αφθονεί στην ατμόσφαιρα, όπου αποτελεί το 78% κ.ό., δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από τους παραγωγούς στη μορφή με την οποία βρίσκεται σ' αυτή (μοριακό άζωτο). Για το λόγο αυτό η εισαγωγή του ατμοσφαιρικού αζώτου στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων γίνεται με τη διαδικασία της **αζωτοδέσμευσης**, η οποία μετατρέπει το ατμοσφαιρικό άζωτο σε μορφές αξιοποιήσιμες από τους παραγωγούς.

Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και βιολογική. Κατά την **ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση** το άζωτο της ατμόσφαιρας αντιδρά είτε με τους υδρατμούς, σχηματίζοντας αμμωνία, είτε με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, σχηματίζοντας νιτρικά ιόντα. Η απαραίτητη ενέργεια προσφέρεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές, κεραυνοί). Η αμμωνία και τα νιτρικά ιόντα μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος. Η ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση κατέχει το 10% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.

Η **βιολογική αζωτοδέσμευση** πραγματοποιείται από ελεύθερους ή συμβιωτικούς μικροοργανισμούς. Τα σημαντικότερα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια είναι αυτά που ζουν συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών (τριφυλλιού, μπιτζελιού, κουκκιού, φασολιού, φακής, σόγιας) σε ειδικά εξογκώματα (φυμάτια). Αυτά τα βακτήρια έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τα ψυχανθή. Γί αυτό το λόγο άλλωστε τα όσπρια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες. Η βιολογική αζωτοδέσμευση κατέχει το 90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.

Τα φυτά χρησιμοποιούν τα νιτρικά ιόντα που προσλαμβάνουν από το έδαφος (είτε με τη διαδικασία της ατμοσφαιρικής είτε με αυτήν της βιολογικής αζωτοδέσμευσης) προκειμένου να συνθέσουν τις αζωτούχες ενώσεις τους όπως τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα. Το άζωτο που περιέ-

χεται στις ουσίες αυτές διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων στις διάφορες τάξεις των καταναλωτών προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πρωτεϊνών.

2. Περιγράψτε συνοπτικά τον κύκλο του νερού. Είναι πιο πολύπλοκος επάνω από τους ωκεανούς ή επάνω από την ξηρά και γιατί;

Απάντηση

Το νερό καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα της Γης, οριοθετεί τα υδάτινα οικοσυστήματα και καθορίζει τις ιδιότητές τους. Είναι το μέσο με το οποίο τα θρεπτικά συστατικά εισέρχονται και κυκλοφορούν στο εσωτερικό των αυτότροφων οργανισμών. Το νερό αποτελεί σημαντικό τμήμα των ζωντανών ιστών (το 75% του νωπού βάρους τους) και συμβάλλει στη θερμορρύθμιση τόσο των φυτικών όσο και των ζωικών οργανισμών. Χρησιμοποιείται επίσης στη φωτοσύνθεση των φυτικών οργανισμών.

Αν και η ποσότητα του νερού που υπάρχει στην ατμόσφαιρα δεν είναι μεγάλη, εντούτοις το νερό, χάρη στην κινητικότητά του, κυκλοφορεί συνεχώς στον υδρολογικό κύκλο (ή κύκλο του νερού) και έτσι γίνεται διαθέσιμο στα οικοσυστήματα και στους οργανισμούς. Η κυκλοφορία του νερού στηρίζεται κυρίως στην εξάτμιση, στη διαπνοή των φυτών και στις κατακρημνίσεις.

Με την **εξάτμιση** το νερό απομακρύνεται με τη μορφή υδρατμών από οποιαδήποτε επιφάνεια. Η εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια των φύλλων ονομάζεται **επιδερμική εξάτμιση** και διακρίνεται από τη **διαπνοή**, που είναι η απομάκρυνση του νερού μέσω των στομάτων, των πόρων δηλαδή της επιδερμίδας των φύλλων.

Το νερό του εδάφους, που είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία, απορροφάται από τις ρίζες των φυτών και κυκλοφορεί στο εσωτερικό τους. Φθάνοντας το νερό στα φύλλα απομακρύνεται με τη διαπνοή από τα στόματά τους, μέσω των οποίων γίνεται επίσης η ανταλλαγή των **αεφίων** μεταξύ των φυτών και της ατμόσφαιρας (είσοδος διοξειδίου του άνθρακα και αποβολή οξυγόνου κατά τη φωτοσύνθεση, αντίστροφα κατά την αναπνοή). Η διαπνοή, αποτελώντας την «κινητήρια δύναμη» για τη μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων στο εσωτερικό των φυτικών οργανισμών, συνδέεται αναπόσπαστα με τους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων που εισέρχονται στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων με πύλη εισόδου τα φυτά.

Με τις **κατακρημνίσεις** (δηλαδή τη βροχή, το χιόνι, το χαλάζι) το νερό απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα και γίνεται διαθέσιμο στα υδάτινα και στα χερσαία οικοσυστήματα.

Η ανταλλαγή του νερού μεταξύ των ωκεανών και της ατμόσφαιρας αποτελεί ένα σχετικά απλό μηχανισμό, καθώς περιλαμβάνει μόνο τις διαδικασίες της εξάτμισης και των κατακρημνίσεων. Αντιθέτως, το τμήμα του κύκλου που αφορά την ξηρά είναι περισσότερο πολύπλοκο, διότι σ' αυτήν οι πιθανές πορείες του νερού είναι περισσότερες. Το νερό που πέφτει στην ξηρά μπορεί:

- ☞ Να εξατμιστεί.
- ☞ Να εισχωρήσει στο υπέδαφος και στο σύστημα των υπόγειων υδάτων.
- ☞ Να προσληφθεί από τα φυτά και να απομακρυνθεί με τη διαπνοή.
- ☞ Να απομακρυνθεί με την επιφανειακή απορροή από το χερσαίο περιβάλλον.

Τα φυτά παίζουν καθοριστικό ρόλο στην απορρόφηση του νερού από το έδαφος. Σε μικρές λεκάνες απορροής όπου αφαιρέθηκαν όλα τα δέντρα ο όγκος του επιφανειακού νερού αυξήθηκε πάνω από 200%.

3. Η βόσκηση αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα της αναγεννητικής διαδικασίας που συμβαίνει στα μεσογειακά οικοσυστήματα μετά το κάψιμό τους. Για ποιο λόγο προτιμούνται για βόσκηση τα καμένα οικοσυστήματα;

Απάντηση

Το κάψιμο των βοσκοτόπων είναι γνωστή κτηνοτροφική πρακτική. Οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά που αναπτύσσονται στο πρώτο στάδιο αναγέννησης των οικοσυστημάτων είναι ποώδη φυτά και κυρίως ψυχανθή, τα οποία αποτελούν άριστη κτηνοτροφή. Στις ρίζες των φυτών αυτών ζουν συμβιωτικοί μικροοργανισμοί, τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια, που δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας. Έτσι εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο. Τα ψυχανθή λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε άζωτο είναι άριστη κτηνοτροφή. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο μετά τη φωτιά ακολουθεί συνήθως βόσκηση. Το αποτέλεσμα αυτής της πρακτικής είναι να παρεμποδίζεται η αναγέννηση των καμένων μεσογειακών οικοσυστημάτων.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 2.4

1. Από μετρήσεις που έγιναν σε λίμνη βρέθηκε μικρή συγκέντρωση εντομοκτόνου DDT στο φυτοπλαγκτόν και πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση του ίδιου εντομοκτόνου στα ψαροπούλια της λίμνης. Με δεδομένο ότι η τροφική αλυσίδα του λιμναίου οικοσυστήματος περιλαμβάνει φυτοπλαγκτόν, ψάρια, ψαροπούλια και ζωοπλαγκτόν:
- Na γράψετε την τροφική αλυσίδα της λίμνης.
 - An η ενέργεια στο τροφικό επίπεδο των ψαριών είναι 3×10^2 KJ, να υπολογίσετε την ενέργεια των άλλων τροφικών επιπέδων.
 - Ποια είναι η συγκέντρωση του DDT στα ψαροπούλια με δεδομένο ότι η βιομάζα στο φυτοπλαγκτόν είναι 5×10^6 Kg και η συγκέντρωση του εντομοκτόνου στο επίπεδο των ψαριών 20 mg/Kg;

Απάντηση

- Η τροφική αλυσίδα που σχηματίζεται είναι η εξής:
φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → ψάρια → ψαροπούλια
- Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνά στο επόμενο τροφικό επίπεδο, ενώ το 90% χάνεται, οπότε ισχύει:

$$E_{\text{επιπέδου}} = \frac{10}{100} \times E_{\text{προηγούμενου επιπέδου}}$$

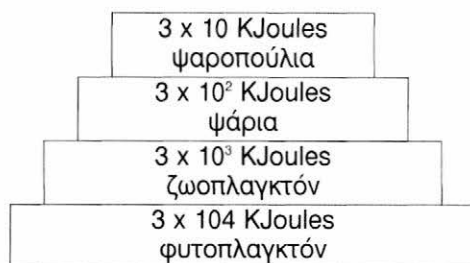
$$E_{\text{φυτοπλαγκτού}} = 3 \times 10^4 \text{ KJoules}$$

$$E_{\text{ζωοπλαγκτού}} = 3 \times 10^3 \text{ KJoules}$$

$$E_{\text{ψαριών}} = 3 \times 10^2 \text{ KJoules}$$

$$E_{\text{ψαροπουλιών}} = 3 \times 10 \text{ KJoules}$$

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα κατασκευάζουμε την πυραμίδα της ενέργειας:



- γ. Αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε τη βιομάζα στο επίπεδο των ψαροπουλιών. Ό,τι ισχύει για την ενέργεια ισχύει και για τη βιομάζα, δηλαδή μόνο το 10% περίπου της βιομάζας ενός τροφικού επιπέδου περνά στο επόμενο τροφικό επίπεδο, καθώς το 90% χάνεται. Έτσι έχουμε:

$$B_{\text{επιπέδου}} = \frac{10}{100} \times B_{\text{προηγούμενου επιπέδου}}$$

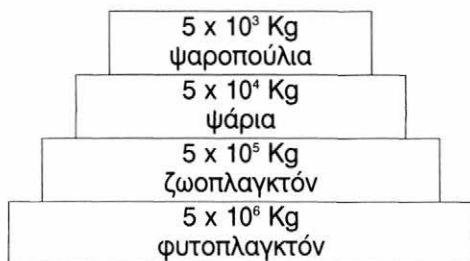
$$B_{\text{φυτοπλαγκτού}} = 5 \times 10^6 \text{ Kg}$$

$$B_{\text{ζωοπλαγκτού}} = 5 \times 10^5 \text{ Kg}$$

$$B_{\text{ψαριών}} = 5 \times 10^4 \text{ Kg}$$

$$B_{\text{ψαροπουλιών}} = 5 \times 10^3 \text{ Kg}$$

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα η πυραμίδα της βιομάζας θα είναι η εξής:



Η ποσότητα μιας μη βιοαποικοδομήσιμης ουσίας όπως είναι το DDT (λιποδιαλυτή ουσία), που δεν απεκκρίνεται, αλλά αποταμιεύεται στους ιστούς των οργανισμών, θεωρείται περίπου σταθερή σε κάθε τροφικό επίπεδο, με την προϋπόθεση ότι ο πληθυσμός κάθε τροφικού επιπέδου καταναλώνει σταδιακά όλους τους οργανισμούς του προηγούμενου επιπέδου. Η σχέση που συνδέει την ποσότητα της ουσίας με τη συγκέντρωσή της σε κάθε επίπεδο είναι:

$$\text{ποσότητα μη βιοαποικοδομήσιμης ουσίας} = B_{\text{επιπέδου}} \times \text{συγκέντρωση μη βιοαποικοδομήσιμης ουσίας στο επίπεδο}$$

$$\text{ποσότητα ουσίας} = B_{\text{ψαριών}} \cdot \text{συγκέντρωση ουσίας στα ψάρια} \rightarrow$$

$$\text{ποσότητα ουσίας} = 5 \times 10^4 \text{ Kg} \times 20 \text{ mg/Kg} \rightarrow$$

$$\text{ποσότητα ουσίας} = 10^5 \text{ mg}$$

Με βάση την παραπάνω σχέση υπολογίζουμε τη συγκέντρωση της ουσίας στα ψαροπούλια και έχουμε:

συγκέντρωση ουσίας = ποσότητα ουσίας/ $B_{\psi\alpha\rho\rho\omicron\upsilon\lambda\iota\omega\upsilon\upsilon\upsilon}$ →

συγκέντρωση ουσίας = $10^6 \text{ mg}/5 \times 10^3 \text{ Kg}$ →

συγκέντρωση ουσίας = $2 \times 10^{-4} \text{ mg/Kg}$

2. Ποια είναι τα αίτια και ποιες οι πιθανές συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου; Τι θα μπορούσε να κάνει ο σύγχρονος άνθρωπος για να τις περιορίσει;

Απάντηση

Η ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει στην επιφάνεια της Γης κατά ένα μέρος απορροφάται από αυτήν, ενώ κατά ένα άλλο μέρος εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Από το σύνολο της ακτινοβολίας αυτής ένα μέρος δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα και τους υδρατμούς που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, γεγονός που οδηγεί στην ήπια αύξηση της θερμοκρασίας της. Σημειώνεται ότι, αν δε δεσμευόταν η υπέρυθη ακτινοβολία, η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν -20°C , αντί για τη μέση θερμοκρασία των 15°C που είναι ευνοϊκή για τη ζωή. Το υπόλοιπο διαπερνά την ατμόσφαιρα και διαφεύγει στο διάστημα, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η υπερθέρμανση του πλανήτη μας. Ωστόσο εξαιτίας της υπέρμετρης καύσης ορυκτών καυσίμων η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί. Έτσι όμως αυξάνεται και το ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της. Επειδή η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που προστίθεται στην ατμόσφαιρα αυξάνεται με ρυθμό 0,3% το χρόνο, πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι το 2040 η μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας θα έχει αυξηθεί κατά 5°C . Αν η πρόβλεψη αυτή επιβεβαιωθεί, τότε οι σοβαρές κλιματικές μεταβολές που θα προκύψουν θα έχουν δραματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η τήξη των πολικών πάγων θα οδηγήσει σε ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και επομένως στην απώλεια μεγάλων χερσαίων εκτάσεων οι οποίες θα καλυφθούν από το νερό. Είναι επίσης πιθανό πολλές γόνιμες περιοχές να μετατραπούν σε άγονες και αντίστροφα. Καμία όμως πρόβλεψη προς το παρόν δεν μπορεί να είναι απόλυτα ακριβής. Κι αυτό γιατί δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητή η πολυπλοκότητα των ατμοσφαιρικών φαινομένων και ιδιαίτερα ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη με τους μηχανισμούς που την εξισορροπούν.

Πάντως σήμερα είναι απαραίτητο να μειωθούν, σε παγκόσμιο επίπεδο, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να προστατευθούν τα δάση, για να περιοριστεί η έξαρση που παρουσιάζει το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

3. Το διοξείδιο του θείου και τα οξειδία του αζώτου συμβάλλουν στη δημιουργία όξινης βροχής. Ποιες είναι οι συνέπειες αυτού του φαινομένου ρύπανσης και τι θα μπορούσε να κάνει ο σύγχρονος άνθρωπος για να τις περιορίσει;

Απάντηση

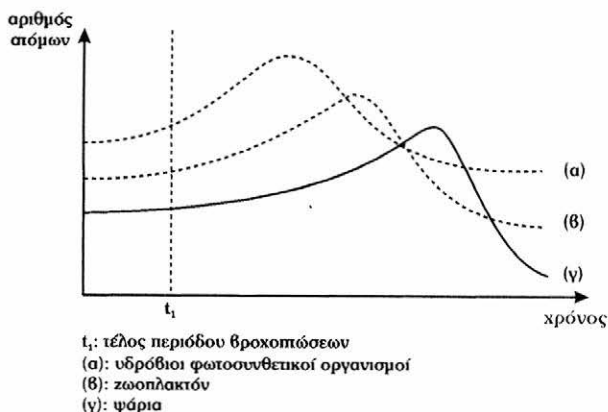
Η ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι διεργασίες αποικοδόμησης των οργανικών ουσιών από τα βακτήρια του εδάφους και κυρίως η καύση υγρών καυσίμων απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα διάφορα οξειδία του αζώτου και διοξείδιο του θείου. Τα αέρια αυτά, αφού πρώτα μετατραπούν, με την επίδραση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, σε νιτρικό καιθειώδες οξύ αντίστοιχα, επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης διαλυμένα στο νερό της βροχής, στο χιόνι, στην ομίχλη ή στο χαλάζι.

Όταν οι συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών δεν είναι αυξημένες, το νιτρικό και τοθειώδες οξύ που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής την καθιστούν ελαφρά όξινη, καθώς έχει τιμή γύρω στο 5,6 pH.

Στις περιοχές όμως στις οποίες η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με μεγάλες συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών, είτε διότι γίνεται εντατική καύση υγρών καυσίμων είτε διότι οι ρύποι αυτοί έχουν μεταφερθεί με τον άνεμο, μεγαλώνει και η ποσότητα του νιτρικού και τουθειώδους οξέος που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής. Έτσι όμως η βροχή γίνεται περισσότερο όξινη, καθώς η τιμή του pH της μπορεί να πέσει αρκετά κάτω από το 5. Εξαιτίας του φαινομένου της όξινης βροχής καταστρέφεται το φύλλωμα των δέντρων, ελαττώνεται η γονιμότητα του εδάφους και θανατώνονται οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί των υδάτινων οικοσυστημάτων. Το ίδιο όμως φαινόμενο προκαλεί καταστροφές και στα ιστορικά αρχιτεκτονικά μνημεία και στα έργα τέχνης που είναι κατασκευασμένα από μάρμαρο, γιατί τα οξέα που περιέχονται στη βροχή διαβρώνουν τις εξωτερικές επιφάνειές τους.

Σήμερα είναι απαραίτητο να μειωθούν, σε παγκόσμιο επίπεδο, οι καύσεις υγρών καυσίμων, τα οποία απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα διάφορα οξειδία του αζώτου και διοξείδιο του θείου, καθώς και η χρήση οργανικών ενώσεων, των οποίων η αποικοδόμηση οδηγεί στο σχηματισμό των παραπάνω επιβλαβών οξειδίων.

4. Σε μια λίμνη που περιβάλλεται από χωράφια τα οποία καλλιεργούνται συστηματικά με χρήση λιπασμάτων διοχετεύονται πολλά από τα νερά της βροχής που δέχεται η περιοχή αυτή. Να θεωρήσετε ότι στη λίμνη ζουν υδρόβιοι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, ζωοπλακτόν και ψάρια, που αποτελούν τροφική αλυσίδα. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή στον πληθυσμό των οργανισμών αυτών μετά το τέλος της περιόδου των βροχοπτώσεων.



- Να ερμηνεύσετε τη μορφή των καμπυλών του διαγράμματος.
- Να περιγράψετε το φαινόμενο το οποίο προκαλεί τις μεταβολές στις καμπύλες του διαγράμματος.
- Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται ο πληθυσμός των αποικοδομητών σ' αυτή τη λίμνη.

Απάντηση

- Τα νερά της βροχής παρασύρουν την περίσσεια των λιπασμάτων από τα χωράφια και τη μεταφέρουν στη λίμνη εμπλουτίζοντάς τη με αζωτούχες και φωσφορικές ενώσεις. Οι ενώσεις αυτές ευνοούν την ανάπτυξη των φωτοσυνθετικών υδρόβιων οργανισμών, με αποτέλεσμα την υπέρμετρη αύξησή τους, γεγονός που φαίνεται στην καμπύλη (α). Την αύξηση των υδρόβιων φωτοσυνθετικών οργανισμών ακολουθεί η αύξηση του ζωοπλακτού (καταναλωτής 1ης τάξης), αφού αυξάνεται η διαθέσιμη τροφή του (παραγωγού), πράγμα που φαίνεται από την καμπύλη (β). Επειδή όμως αυξάνεται το ζωοπλακτόν, αυξάνονται και τα ψάρια που τρέφονται από αυτό (καμπύλη γ). Στη συνέχεια τόσο το φυτοπλακτόν όσο και το ζωοπλακτόν και τα ψάρια μειώνονται. Η μείωση των καταναλωτών προκαλείται λόγω της κατανάλωσης του οξυγόνου

του οικοσυστήματος. Παρατηρούμε ότι περισσότερο πλήττονται τα ψάρια (ανώτεροι καταναλωτές), ενώ το ζωοπλαγκτόν και οι υδρόβιοι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί επανέρχονται ευκολότερα σε ισορροπία.

- β. Το φαινόμενο του **ευτροφισμού** ευθύνεται για τις μεταβολές που παρατηρούμε στις καμπύλες του διαγράμματος. Όσον αφορά το φαινόμενο αυτό, το υδάτινο οικοσύστημα, αφού δεχτεί τα αστικά λύματα, αλλά και τα λιπάσματα που αποπλένονται από το νερό της βροχής, εμπλουτίζεται με τα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα που αυτά περιέχουν. Επειδή όμως οι ουσίες αυτές αποτελούν θρεπτικά συστατικά για τους υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς (φυτοπλαγκτόν), προκαλείται υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού τους. Έτσι αυξάνεται και ο πληθυσμός των μονοκύτταρων ζωικών οργανισμών (ζωοπλαγκτόν) που εξαρτώνται τροφικά από το φυτοπλαγκτόν. Με το θάνατο των πλαγκτοτικών οργανισμών συσσωρεύεται νεκρή οργανική ύλη, η οποία με τη σειρά της πυροδοτεί την αύξηση των αποικοδομητών, δηλαδή των βακτηρίων που την καταναλώνουν. Με την αύξηση όμως των μικροοργανισμών ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του. Έτσι η ποσότητα του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένη στο νερό γίνεται ολοένα μικρότερη, γεγονός που πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος, όπως τα ψάρια, που πεθαίνουν από ασφυξία. Χαρακτηριστικό των ευτροφικών συστημάτων αποτελεί το γεγονός ότι είναι πλούσια σε οργανική ύλη και έχουν μεγάλο αριθμό παραγωγών.
- γ. Αρχικά οι αποικοδομητές αυξάνονται, αφού αυξάνονται οι οργανισμοί που νεκρώνονται, καθώς και τα προϊόντα του μεταβολισμού των διάφορων οργανισμών που αποτελούν θρεπτικά συστατικά για τους αποικοδομητές. Αργότερα όμως το οξυγόνο που είναι διαλυμένο στο νερό μειώνεται και οι αποικοδομητές αντιμετωπίζουν πρόβλημα επιβίωσης, με αποτέλεσμα ο αριθμός τους να μειώνεται. Στην περίπτωση αυτή παραμένουν άλλα είδη αποικοδομητών που δε χρειάζονται οξυγόνο για να επιβιώσουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΞΕΛΙΞΗ

Γενικές παρατηρήσεις

Η εξέλιξη αποτελεί την πιο σημαντική θεωρία της Βιολογίας η οποία ενοποιεί όλα τα επιμέρους γνωστικά πεδία της επιστήμης αυτής. Λόγοι πρακτικοί μάς ανάγκασαν να τοποθετήσουμε το κεφάλαιο της «Εξέλιξης» στο τρίτο μέρος του Βιβλίου του Μαθητή. Το κεφάλαιο αυτό θα μπορούσε να διδαχθεί πρώτο (όπως εξάλλου ορίζει και το Αναλυτικό Πρόγραμμα), αφού σημαντικά θέματα που αφορούν το κεφάλαιο «Άνθρωπος και Υγεία» διέπονται από τους μηχανισμούς της εξέλιξης. Η «πάλη» του ανθρώπου με τους παθογόνους μικροοργανισμούς είναι στην ουσία μια «πάλη για επιβίωση» στην οποία άλλοτε νικούν οι παθογόνοι οργανισμοί και άλλοτε ο άνθρωπος. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί εξελίσσονται διαρκώς (π.χ. ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά, συνεχείς μεταλλάξεις του ιού HIV). Ακόμη και η ομοιόσταση, το ανοσοβιολογικό σύστημα κτλ. αποτελούν μηχανισμούς που έχουν επιλεγεί κατά τη διάρκεια της εξέλιξης ως προσαρμογές που αυξάνουν την πιθανότητα επιβίωσης του είδους μας.

Στο κεφάλαιο της «Εξέλιξης» θεωρήσαμε σκόπιμο να παραθέσουμε τις βασικές μόνο γνώσεις που είναι απαραίτητες για τη διδασκαλία ενός μαθήματος Γενικής Παιδείας, δηλαδή την ιστορική πορεία της εξελικτικής σκέψης, με έμφαση στη θεωρία της φυσικής επιλογής του Κάρολου Δαρβίνου. Δε δώσαμε έκταση στη σύγχρονη θεωρία της εξέλιξης, η οποία προϋποθέτει ένα πολύ καλό υπόβαθρο γνώσεων Γενετικής.

Η διδασκαλία της εξελικτικής θεωρίας στο σύνολό της παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τη διακρίνουν από τη διδασκαλία άλλων αντικειμένων των βιολογικών επιστημών. Το ερώτημα στο οποίο ο εκπαιδευτικός καλείται συχνά να απαντήσει είναι το κατά πόσο η εξελικτική θεωρία είναι μια επιστημονική θεωρία ή απλώς μια υπόθεση. Το ερώτημα αυτό στηρίζεται στην πεποίθηση ότι μια θεωρία είναι επιστημονική, όταν κανείς μπορεί άμεσα να παρατηρήσει τα γεγονότα στα οποία αυτή αναφέρεται και έτσι να την επιβεβαιώσει, διαφορετικά διατηρεί το χαρακτήρα μιας υπόθεσης που δε γνωρίζουμε αν είναι αληθής. Ο βασικός διδακτικός στόχος που είναι να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η εξελικτική θεωρία είναι μια επιστημονική θεωρία, εξίσου αληθής και αξιόπιστη όσο και η ατομική θεωρία ή η θεωρία της βαρύτητας, δεν μπορεί βέβαια να επιτευχθεί κατά τη διάρκεια του εισαγωγικού μόνο μαθήματος, αλλά σταδιακά θα ολοκληρώνεται μέσα από την ανάλυση της θεωρίας αυτής παραμένοντας ως το βασικό σημείο αναφοράς του εκπαιδευτικού καθ' όλη τη διδασκαλία του κεφαλαίου.

Χρειάζεται ο μαθητής να κατανοήσει ότι η επιστημονική γνώση δεν περιορίζεται μόνο σε ό,τι έχει γίνει αντικείμενο άμεσης παρατήρησης ή πειράματος. Ένα μεγάλο μέρος της επιστημονικής γνώσης κατακτάται μέσω της έμμεσης παρατήρησης, που οδηγεί σε υποθέσεις, οι οποίες στη συνέχεια θα επιβεβαιωθούν μέσω των συνεπειών τους (υποθετικο-παραγωγική μέθοδος). Οι επιστημονικές θεωρίες και οι νόμοι παρέχουν επίσης τη δυνατότητα γνώσης γεγονότων του παρελθόντος ή γεγονότων σε άλλες περιοχές του σύμπαντος που δεν μπορούμε να παρατηρήσουμε.

Ένας από τους στόχους της επιστήμης είναι η ερμηνεία των φαινομένων με τη διατύπωση θεωριών που επιβεβαιώνονται πειραματικά. Η θεωρία της εξέλιξης εξηγεί τους μηχανισμούς που προκαλούν την αλλαγή των ειδών, καθώς και τα στάδια των αλλαγών αυτών. Εξηγεί τις διαφορές αλλά και τις ομοιότητες που παρατηρούνται μεταξύ των έμβιων όντων, καθώς και τις αμφίδρομες σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στο περιβάλλον και στους οργανισμούς. Η εξελικτική θεωρία υποστηρίζεται από δεδομένα που προέρχονται από πολλές και διαφορετικές πηγές. Τα άμεσα δεδομένα βασίζονται σε παρατηρήσεις που αφορούν τα απολιθώματα, τη γεωγραφική κατανομή των φυτών και των ζώων, τις ανατομικές ομοιότητές τους, ενώ τα έμμεσα δεδομένα προέρχονται από τη Βιοχημεία και τη Γενετική.

Κατά τον καθορισμό των διδακτικών στόχων για το κεφάλαιο της «Εξέλιξης» δε θα έπρεπε να παραλειφθούν τα ιστορικά στοιχεία που παρουσιάζουν στους μαθητές την πορεία της ανθρώπινης σκέψης σχετικά με τα θεμελιακά ερωτήματα που αφορούν την καταγωγή των έμβιων όντων. Η θεμελίωση της εξελικτικής θεωρίας από το Δαρβίνο αποτελεί ένα κορυφαίο σημείο στην πορεία αυτή και ως τέτοιο πρέπει να γίνει κατανοητό από

τους μαθητές.

Στην περίπτωση που κάποιος από τους μαθητές εγείρει το θέμα της χριστιανικής ερμηνείας για τη δημιουργία των ζωντανών οργανισμών, παραθέτουμε δύο σχόλια του διακεκριμένου παλαιοντολόγου και καθηγητή στο Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ Stephen Jay Gould:

«Πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι υπάρχει μια εγγενής αντίθεση ανάμεσα στο Χριστιανισμό και την εξέλιξη, η οποία δεν υπάρχει στην πραγματικότητα. Η θρησκεία έχει να κάνει με την ηθική και τις αξίες, η επιστήμη με δεδομένα. Χρειαζόμαστε και τα δύο, όμως δεν υπάρχει μεταξύ τους μεγάλη αλληλεπίδραση».

(«A lot of people think there's an intrinsic conflict between Christianity and evolution, but there isn't. Religion is about ethics and values, and science is about facts. You need both of them, but they don't interact very much».)

«Να το πω για εκατομμυριοστή φορά: η επιστήμη δεν μπορεί να αποφανθεί για το θέμα της πιθανής θεϊκής εποπτείας επάνω στη φύση. Δεν την επιβεβαιώνουμε ούτε την αρνούμαστε ως επιστήμονες, απλώς δεν μπορούμε να τη σχολιάσουμε».

(«To say it for all my colleagues and for the umpteenth millionth time: science simply cannot adjudicate the issue of God's possible superintendence of nature. We neither affirm nor deny it; we simply cannot comment on it as scientists».)

Διδακτικοί στόχοι όπως περιγράφονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα

Ο μαθητής μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει:

- Να είναι σε θέση να αξιολογεί τη σημασία των απολιθωμάτων ως εργαλείου μελέτης της εξέλιξης των ειδών.
- Να κατανοεί το μηχανισμό με τον οποίο η ποικιλομορφία μπορεί να οδηγήσει στην εξέλιξη ή την εξαφάνιση ενός είδους.
- Να ερμηνεύει μέσα από συγκεκριμένα παραδείγματα το ρόλο των μεταλλάξεων, της φυσικής επιλογής και των γενετικών απομονώσεων στην εξέλιξη.
- Να τεκμηριώνει με επιστημονικά δεδομένα τις απόψεις της Βιολογίας σχετικά με την καταγωγή και την εξέλιξη του ανθρώπου.
- Να αιτιολογεί τη συμβολή χαρακτηριστικών που διαθέτουν άτομα διάφορων φυλών στην προσαρμογή και την επιβίωσή τους σε συγκεκριμένο περιβάλλον.

3.1.1 Ταξινόμηση των οργανισμών και εξέλιξη - 3.1.2 Η θεωρία του Λαμάρκ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Η έννοια του είδους</p> <p>↓</p> <p>Ταξινόμηση των οργανισμών</p> <p>↓</p> <p>Η εξελικτική σκέψη πριν από το Δαρβίνο</p> <p>↓</p> <p>Αρχαίοι Έλληνες</p> <p>↓</p> <p>Λαμάρκ</p> <p>↓</p> <p>Αρχή χρήσης - αχρησίας, κληρονόμηση επίκτητων χαρακτηριστικών</p>	<p>Εικόνα 3.2 (είδος και γένος)</p> <p>Πίνακες 3.1, 3.2</p> <p>Ένθετο: Αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι</p> <p>Εικόνα: Ζαν Μπατίστ Λαμάρκ</p>

- Κάθε είδος περιγράφεται επιστημονικά με δύο λατινικές λέξεις, σύμφωνα με το διώνυμο σύστημα που εισήγαγε ο Λινναίος, και γράφεται κατά συνθήκη με πλάγιους χαρακτήρες (π.χ. *Homo sapiens*, *Felis domesticus*, *Canis lupus*, *Caretta caretta*). Η πρώτη λέξη του ονόματος κάθε είδους χαρακτηρίζει το γένος. Συγγενικά είδη που ανήκουν στο ίδιο γένος έχουν το ίδιο πρώτο όνομα, αλλά διαφέρουν ως προς το δεύτερο. Για παράδειγμα, ο σκύλος και ο λύκος ονομάζονται *Canis domesticus* και *Canis lupus* αντίστοιχα.
- Μπορεί η εξήγηση του Λαμάρκ για την εξέλιξη των ειδών να μην ήταν σωστή, αποτέλεσε όμως σταθμό στην ιστορία της εξελικτικής σκέψης και συνέβαλε στην ανάπτυξη του κλάδου της Ζωολογίας (ο Λαμάρκ ασχολήθηκε συστηματικά με τη μελέτη και την ταξινόμηση των Ασπόνδυλων, όρο που ο ίδιος χρησιμοποίησε για πρώτη φορά). Οι μαθητές μπορούν να επισκεφθούν το δικτυακό τόπο του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας στο Παρίσι, ενός από τα καλύτερα μουσεία του είδους του παγκοσμίως (στο οποίο ο Λαμάρκ εργάστηκε τα περισσότερα χρόνια της ζωής του), στη διεύθυνση www.mnhn.fr.

- Ζητήστε από τους μαθητές να σκεφθούν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή που να αποδεικνύουν ότι τα επίκτητα χαρακτηριστικά δεν κληρονομούνται (για παράδειγμα, αν ένας άνθρωπος χάσει ένα μέλος του σώματός του σε ατύχημα, δε σημαίνει ότι οι απόγονοί του θα έχουν αυτό το γνώρισμα -οι αθλητές της άρσης βαρών έχουν ιδιαίτερα αναπτυγμένους μύς λόγω της καθημερινής προπόνησης, τα παιδιά τους όμως δε θα έχουν αυτό το γνώρισμα κτλ.).
- Ζητήστε από τους μαθητές να αιτιολογήσουν, χρησιμοποιώντας τις βασικές γνώσεις τους από τη Γενετική γιατί δεν είναι δυνατή η κληρονομή των επίκτητων χαρακτηριστικών (αυτό θα προϋπέθετε ότι αλλαγές που αφορούν τα σωματικά κύτταρα θα «μεταφέρονταν» στα γεννητικά κύτταρα, δηλαδή στους γαμέτες, γεγονός που δε συμβιβάζεται με τις γνώσεις μας για την κληρονομικότητα).

3.1.3 Η θεωρία της φυσικής επιλογής - Μερικές χρήσιμες αποσαφηνίσεις στη θεωρία της φυσικής επιλογής - Η φυσική επιλογή εν δράσει

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p style="text-align: center;">Δαρβίνος</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Παρατηρήσεις (απολιθώματα, κατανομή ειδών ιδιαίτερα στα νησιά Γκαλαπάγκος, παρατηρήσεις από διασταυρώσεις κατοικίδιων ειδών, διαπίστωση ποικιλομορφίας στα άτομα ενός είδους). Επίδραση της εργασίας άλλων επιστημόνων (θεωρία Μάλθους, βιβλίο Λάυελ)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Φυσική επιλογή</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Παράδειγμα: Βιομηχανικός μελανισμός</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Σύγκριση θεωρίας Λαμάρκ - Δαρβίνου</p>	<p>Εικόνα: Κάρολος Δαρβίνος</p> <p>Εικόνες: Διαδρομή φρεγάτας Μπιγκλ, σπίνι και χελώνες νησιών Γκαλαπάγκος</p> <p>Σχήματα: Γεωμετρική αύξηση, αριθμητική αύξηση</p> <p>Εικόνες 3.7, 3.8</p> <p>Εικόνα 3.9</p>

- Προσοχή: Οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα σχετικά με τη θεωρία της φυσικής επιλογής που αναφέρονται στην ενότητα 3.1.3 (Η θεωρία της φυσικής επιλογής), παρ' όλο που μοιάζουν με πίνακα, αποτελούν διδακτέα ύλη. Ομοίως, η σχηματοποιημένη σύγκριση της θεωρίας του Λαμάρκ με τη θεωρία του Δαρβίνου, στην ενότητα 3.1.6, αποτελεί διδακτέα ύλη.
- Ζητήστε από τους μαθητές να διαβάσουν στο ένθετο με τίτλο «Ο Δαρβίνος στα νησιά Γκαλαπάγκος» το αποσπασμα από το βιβλίο του Δαρβίνου *Ταξίδι με το Μπιγκλ*. Τι αποκαλεί ο Δαρβίνος «μυστήριο των μυστηρίων»;
- Στο κείμενο δεν αναφερθήκαμε καθόλου στον Άλφρεντ Ουάλας, Άγγλο φυσιοδίφη του 18ου αιώνα, που συνέλαβε (ανεξάρτητα από το Δαρβίνο) την ιδέα της φυσικής επιλογής, ως αποτέλεσμα των ερευνών του στις Ανατολικές Ινδίες, ούτε και στην πραγματεία του Μάλθους για τον πληθυσμό. Ο Ουάλας έστειλε στο Δαρβίνο μια εργασία οκτώ σελίδων, για να την προωθήσει στην επιστημονική κοινότητα της Αγγλίας. Τελικά έγινε ταυτόχρονη παρουσίαση των εργασιών του Δαρβίνου και του Ουάλας στην επιστημονική εταιρεία Linnean Society του Λονδίνου. Ωστόσο η θεωρία της φυσικής επιλογής συνδέθηκε με το όνομα του Δαρβίνου λόγω του πολύ μεγαλύτερου χρονικού διαστήματος κατά το οποίο ο Δαρβίνος ασχολήθηκε με το ζήτημα της εξέλιξης των ειδών, καθώς επίσης και της πληθώρας των παρατηρήσεων και των δεδομένων που περιέλαβε στο περίφημο βιβλίο του *Η καταγωγή των ειδών*. Πληροφορίες για τον Άλφρεντ Ουάλας μπορείτε να βρείτε στο δικτυακό τόπο The Alfred Russel Wallace Site στη διεύθυνση www.wku.edu/~smithch.
- Ενώ η απάντηση των μαθητών στην ερώτηση εάν κληρονομούνται τα επίκτητα χαρακτηριστικά είναι αρνητική, έχει παρ' όλα αυτά διαπιστωθεί από την παιδαγωγική έρευνα ότι σε αρκετούς μαθητές διατηρείται, ακόμη και μετά τη διδασκαλία της ενότητας, μια λαμαρκιανή σκέψη σχετικά με την άμεση επίδραση του περιβάλλοντος πάνω στους πληθυσμούς. Η παρανόηση αυτή είναι σημαντικό να αναδειχθεί από τον εκπαιδευτικό και να αποτελέσει αντικείμενο ιδιαίτερων διδακτικών ενεργειών.
- Υλοποιήστε τη δραστηριότητα 4. Παροτρύνετε όλους τους μαθητές να σκεφθούν και να γράψουν την απάντηση στο τετράδιό τους. Η χρήση των αντιβιοτικών από τον άνθρωπο αποτελεί παράγοντα φυσικής επιλογής για τον πληθυσμό των βακτηρίων, με αποτέλεσμα να επιβιώνουν τα στελέχη εκείνα που διαθέτουν μια ευνοϊκή παραλλαγή η οποία τα καθιστά ανθεκτικά στο αντιβιοτικό. Το ευνοϊκό αυτό χαρακτηριστικό μεταβιβάζεται στους απογόνους τους και έτσι κάποια χρονική στιγμή όλος

ο πληθυσμός των βακτηρίων γίνεται ανθεκτικός στο αντιβιοτικό. Το αντιβιοτικό **δεν προκαλεί** αλλαγή στα βακτήρια, δεν κάνει τα βακτήρια ανθεκτικά. Η ευνοϊκή παραλλαγή προϋπήρχε και έδωσε ένα πλεονέκτημα στο φορέα της κάτω από ένα συγκεκριμένο περιβάλλον (τη χρήση του αντιβιοτικού).

- Οι μαθητές μπορούν να κάνουν μια εικονική περιήγηση στα νησιά Γκαλαπάγκος στο δικτυακό τόπο www.terraquest.com/galapagos. Τα νησιά αυτά, τα οποία έχουν χαρακτηριστεί ως «ζωντανό εργαστήριο για την εξέλιξη», ανακηρύχθηκαν Εθνικό Πάρκο το 1959. Το 1960 ιδρύθηκε εκεί ο Ερευνητικός Σταθμός Κάρολου Δαρβίνου, που συνεχίζει τις έρευνες για την εξέλιξη. Να σημειωθεί ότι διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η αλιεία, ο τουρισμός, η εισαγωγή ξένων ειδών, απειλούν τα τελευταία χρόνια αυτό το πολύτιμο οικοσύστημα.

3.2 Η σύγχρονη σύνθεση

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Αρχές κληρονομικότητας</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Μοριακή Γενετική</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Γενετική πληθυσμών</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Συνθετική θεωρία εξέλιξης</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Ποικιλομορφία</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Φυσική επιλογή</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Γενετική απομόνωση</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Ειδογένεση</p>	<p>Εικόνα: Γρηγόριος Μέντελ (βιβλίο Βιολογίας Γτάξης Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης)</p> <p>Εικόνες: Μονοζυγωτικοί δίδυμοι, γονιδιακές και χρωμοσωμικές μεταλλάξεις (βιβλίο Βιολογίας Γτάξης Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης) - Εικόνα 3.10</p> <p>Εικόνα 3.11</p> <p>Εικόνα των σπίνων των νησιών Γκαλαπάγκος στο ένθετο</p>

- Η σύγχρονη θεωρία για την εξέλιξη, εκτός από τη φυσική επιλογή, περιλαμβάνει και άλλους μηχανισμούς που προκαλούν αλλαγές στις συχρότητες των αλληλόμορφων ενός πληθυσμού, όπως είναι η γενετική εκτροπή (genetic drift), η αρχή του ιδρυτή (founder effect), η μετανάστευση. Εκτός από τις μεταλλάξεις, πηγή ποικιλομορφίας στους εγγενώς αναπαραγόμενους πληθυσμούς αποτελεί ο ανασυνδυασμός (recombination), η ανταλλαγή δηλαδή γενετικού υλικού που συμβαίνει κατά τη μείωση, στο στάδιο της τετράδας, ανάμεσα στα ομόλογα χρωμοσώματα. Οι μηχανισμοί αυτοί δεν έχουν συμπεριληφθεί στο κείμενο, διότι η κατανόησή τους προϋποθέτει ένα καλό υπόβαθρο στη Γενετική, το οποίο δεν έχουν οι μαθητές ενός μαθήματος Γενικής Παιδείας. Για τον ίδιο λόγο δε γίνεται αναφορά και στα διάφορα είδη φυσικής επιλογής.

3.3 Τι είναι η φυλογένεση και από πού αντλούμε σχετικά στοιχεία

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΩΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Απολιθώματα ↓ Δεδομένα από την Ανατομία ↓ Δεδομένα από την Εμβρυολογία ↓ Δεδομένα από τη Μοριακή Βιολογία ↓ Φυλογενετικά δέντρα	Εικόνες 3.1, 3.12 και 3.13 Εικόνα 3.14 (α, β, γ) Εικόνες 3.15, 3.16, 3.17 Εικόνα 3.18 Αμινοξέα, έκφραση γονιδιακής πληροφορίας, γενετικός κώδικας (βιβλίο Βιολογίας Β΄ τάξης Λυκείου Γενικής Παιδείας) Εικόνα 3.19

- Σχετικά με την απολιθωμένη πανίδα της Σάμου, αξίζει να αναφερθεί ότι είναι εξαιρετικά πλούσια και περιλαμβάνει περισσότερα από 60 διαφορετικά είδη ζώων, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζουν τα θηλαστικά, χωρίς να λείπουν τα πτηνά και τα ερπετά. Η πανίδα περιλαμβάνει σαρκοφάγα, προβοσκιδωτά, αντιλόπες, γαζέλες, καμηλοπαρδάλεις, ιππάρια (μικρά άλογα με τρία δάκτυλα), ρινόκερους κτλ. Τα ζώα αυτά έζησαν πριν από 6-9 εκατομμύρια χρόνια, σε μια περίοδο της ιστορίας της Γης

που λέγεται Ανώτερο Μειόκαινο. Την περίοδο αυτή η Σάμος ήταν ενωμένη με την ηπειρωτική Ελλάδα και την Ασία, ενώ όλη η περιοχή αποτελούσε σαβάνα όπου ζούσαν τα ζώα αυτά. Συλλογές με απολιθώματα από τη Σάμο βρίσκονται σήμερα σε διάφορα Μουσεία Φυσικής Ιστορίας του εξωτερικού (Λωζάννης, Βέρνης, Βασιλείας, Λονδίνου, Βιέννης, Μονάχου, Φραγκφούρτης, Βουδαπέστης, Ν. Υόρκης) αλλά και στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Μυτιληνίων Σάμου (στοιχεία από τον Οικουριστικό Οδηγό Αιγαίου, 1998).

- Το απολιθωμένο δάσος της Λέσβου αποτελεί ένα ολόκληρο οικοσύστημα στη Δυτική Λέσβο, σε μια έκταση 150.000 στρεμμάτων, που απολιθώθηκε πριν από 20 εκατομμύρια χρόνια λόγω της έντονης ηφαιστειακής δραστηριότητας της περιοχής. Το απολιθωμένο δάσος της Λέσβου έχει κηρυχθεί διατηρητέο μνημείο της φύσης. Από τη συστηματική μελέτη τμημάτων των απολιθωμένων καρπών και φύλλων προσδιορίστηκε το γένος και το είδος των φυτών του δάσους. Έχουν αναγνωριστεί είδη πεύκου και κυπαρισσιού, αλλά και γιγαντιαία δέντρα που αποτελούν προγονικές μορφές του σύγχρονου είδους σεκόγια η αιθιαλής, του μεγαλύτερου φυτικού οργανισμού που φύεται σήμερα στη Γη, στις δυτικές ακτές των Η.Π.Α. Επίσης έχουν αναγνωριστεί διάφορα είδη φοίνικα, λεύκης, δάφνης, πλατάνου, δρυός, οξιάς και σφενδάμου. Το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου στεγάζει κάποια από τα ευρήματα, ενώ από τα έσοδά του πραγματοποιούνται ανασκαφές στην περιοχή (στοιχεία από τον κατάλογο της περιοδικής έκθεσης «Το Απολιθωμένο Δάσος της Λέσβου στην Κρήτη», Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, 2000).
- Η μελέτη των εξελικτικών σχέσεων των ζωντανών οργανισμών είναι ένα ενεργό πεδίο έρευνας, καθώς νέα δεδομένα (π.χ. απολιθώματα, μοριακά δεδομένα) συλλέγονται καθημερινά. Έτσι τα φυλογενετικά δέντρα που κατασκευάζονται είναι στην ουσία «υποθέσεις εργασίας» (*working hypotheses*), που τροποποιούνται και αναδιαμορφώνονται. Η πρόοδος στη μελέτη των γονιδιωμάτων των οργανισμών αναμένεται να ρίξει άπλετο φως στην εξέλιξη των οργανισμών, αποκαλύπτοντας τις ομοιότητες και τις διαφορές στο επίπεδο του γενετικού υλικού.
- Να σκεφθούν οι μαθητές υπολειμματικά όργανα του ανθρώπου (σκωληκοειδής απόφυση, φρονιμίτες, κόκκυγας).
- Παροτρύνετε τους μαθητές να ασχοληθούν με τη δραστηριότητα 1 που περιλαμβάνεται στο Βιβλίο του Μαθητή. Η απάντηση σχετικά με το αν είναι δυνατή η απομόνωση DNA από απολιθώματα τέτοιου τύπου βρίσκεται στην ιστοσελίδα του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Λονδίνου, στη διεύθυνση www.nhm.ac.uk/interactive/science-casebooks/amber. Οι προσπάθειες των επιστημόνων να απομονώσουν DNA από έντομα ε-

γκλωβισμένα σε κεχριμπάρι δεν είχαν επιτυχία. Επομένως το σενάριο, όπως τουλάχιστον περιγράφεται στις δύο ταινίες, παραμένει επιστημονική φαντασία. Να σημειωθεί επίσης ότι οι δεινόσαυροι *Triceratops* και *Tyrannosaurus rex* που εμφανίζονται στις ταινίες έζησαν στην πραγματικότητα μετά την ιουρασική περίοδο.

- Οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν τους γεωλογικούς αιώνες και να αναζητήσουν είδη ζωντανών οργανισμών που επικρατούσαν σε κάθε περίοδο στο δικτυακό τόπο του Πανεπιστημίου του Μπέρκλεϊ www.ucmp.berkeley.edu/help/timeform.html.

3.4 Η εξέλιξη του ανθρώπου

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΩΗΣ	ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Θηλαστικά	
↓	
Πρωτεύοντα	Εικόνα 3.20
↓	
Προπίθηκοι	Εικόνα 3.21
↓	
Ανθρωποειδή	
↓	
Ανθρωπίδες	
↓	
Αυστραλοπίθηκοι	Εικόνα 3.22 (α, β, γ)
↓	
Homo habilis	Εικόνα 3.24
↓	
Homo erectus	Εικόνα 3.25
↓	
Homo sapiens	Εικόνες 3.26, 3.27, 3.28, 3.29
↓	
Ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς	Εικόνα 3.30

- Στην εικόνα 3.14(α) φαίνονται οι χαρακτηριστικές κυρτώσεις της σπονδυλικής στήλης του ανθρώπου (στη μέση) που επιτρέπουν την όρθια στάση, ενώ ο σκελετός του χιμπαντζή (δεξιά) παρουσιάζει μια εμπρόσθια κάμψη που είναι χαρακτηριστική της βάδισης στα τέσσερα άκρα. Αριστερά στην εικόνα διακρίνεται μια αναπαράσταση της σπονδυλικής στήλης του *Australopithecus afarensis*.

- Στην εικόνα 3.22(β) το μέγεθος του εγκεφάλου του ενήλικου χιμπαντζή είναι 390 cc, της «Λούσυ» 415 cc και του ενήλικου ανθρώπου 1.350 cc. Το κρανίο του εμβρύου του χιμπαντζή περνά εύκολα από το άνοιγμα της λεκάνης της μητέρας του, ενώ στην περίπτωση του ανθρώπινου εμβρύου χρειάζεται μεγάλη πίεση για να περάσει από τη λεκάνη της μητέρας που έχει στενέψει στο *Homo sapiens* λόγω της όρθιας στάσης.
- Η εικόνα 3.23 έχει συμπεριληφθεί για να δείξει στο μαθητή ότι τα δύο γένη, *Australopithecus* και *Homo*, αποτελούν διαφορετικές εξελικτικές κατευθύνσεις (διακλαδώσεις) και να φανεί η σχέση των διαφορετικών ειδών κάθε γένους με τη χρονική κλίμακα. Όμως η γραμμική διαδοχική απεικόνιση των ειδών σε κάθε διακλάδωση είναι υπεραπλουστευμένη και δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Μπορείτε να εκτυπώσετε από το Διαδίκτυο το φυλογενετικό δέντρο των Ανθρωπιδών από το δικτυακό τόπο του Smithsonian Institute των Η.Π.Α. www.mnh.si.edu/anthro/humanorigins/ha/a_tree.html ή από το δικτυακό τόπο www.talkorigins.org/faqs/homs/species.htm. Καθώς ανακαλύπτονται νέα απολιθώματα, το φυλογενετικό δέντρο τροποποιείται και συχνά δεν υπάρχει ομοφωνία ανάμεσα στους επιστήμονες, αντίθετα διατυπώνονται αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με τη θέση κάποιου συγκεκριμένου απολιθώματος στο εξελικτικό δέντρο. (Διαβάστε, για παράδειγμα, το άρθρο του Henry Gee στο περιοδικό *Nature*, 12 July 2001, με τίτλο «New early human fossils».) Παρόμοια διαφωνία υπάρχει και σχετικά με το αν ο *Άνθρωπος του Νεάντερταλ* αποτελεί υποείδος του *Homo sapiens*, όπως αναφέρεται στο Βιβλίο του Μαθητή, ή διαφορετικό είδος *Homo neanderthalensis*. Διάφορες πρόσφατες μελέτες που συνέκριναν το μιτοχονδριακό DNA απολιθωμένων οστών Νεάντερταλ με αυτό του σύγχρονου ανθρώπου ή αρχαϊκών μορφών του κατέληξαν σε αμφιλεγόμενα συμπεράσματα.
- Οι μαθητές μπορούν να βρουν περισσότερες πληροφορίες για τον *Άνθρωπο του Νεάντερταλ* στο δικτυακό τόπο του ομώνυμου Μουσείου.

Περισσότερες πληροφορίες στο Διαδίκτυο

- Ο δικτυακός τόπος www.talkorigins.org αποτελεί ένα εξαιρετικό αρχείο πληροφοριών σχετικά με την εξέλιξη γενικά αλλά και των νεότερων δεδομένων σχετικά με τις προγονικές μορφές του ανθρώπου. Σ' αυτό το δικτυακό τόπο μπορεί κανείς να βρει απαντήσεις σε ερωτήματα για τη σχέση της εξέλιξης με τη θρησκεία, εικόνες απολιθωμάτων, λεπτομέρειες για τις τεχνικές ραδιοχρονολόγησης, πληροφορίες για τις φυλογενετικές σχέσεις ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς, με όλη την απαραίτητη βιβλιογραφία, τις πιο συνηθισμένες παρανοήσεις

σχετικά με τη θεωρία της εξέλιξης και πολλά άλλα.

- Παραδείγματα για τη συνεχιζόμενη διαδικασία της εξέλιξης στη διεύθυνση www.evolutionhappens.net.
- Περισσότερες πληροφορίες για τη χρονολόγηση των απολιθωμάτων στη διεύθυνση www.anthro.palomar.edu/time/default.htm.
- Άρθρα σχετικά με τα απολιθώματα και την εξέλιξη του ανθρώπου μπορεί κανείς να αναζητήσει στο δικτυακό τόπο του περιοδικού *National Geographic* www.nationalgeographic.com και του περιοδικού *Scientific American* www.sciam.com.

Δραστηριότητες για την τάξη

Οι μαθητές μπορούν να επισκεφθούν ένα από τα Μουσεία Φυσικής Ιστορίας που υπάρχουν στη χώρα μας (Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Γουλανδρή, Αθήνα - Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Πανεπιστημίου Κρήτης, Ηράκλειο - Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Λέσβου, Σίγρι - Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Μυτιληνίων, Σάμου) και να παρατηρήσουν τις συλλογές, να διαπιστώσουν την ποικιλομορφία των ειδών, να καταγράψουν τις διάφορες ταξινομικές ομάδες, να παρατηρήσουν απολιθώματα.

Στις υπόλοιπες περιοχές της χώρας μας οι μαθητές μπορούν να κάνουν μια εικονική επίσκεψη σε ένα από τα μεγάλα Μουσεία Φυσικής Ιστορίας του κόσμου, όπως για παράδειγμα το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Λονδίνου (www.nhm.ac.uk).

Προτεινόμενη βιβλιογραφία

- Δαρβίνος Κ., *Ταξίδι με το Μπιγκλ*, εκδόσεις Στοχαστής, Αθήνα 1998.
- Κριμπά Κ., *Δαρβινικά*, εκδόσεις Στοχαστής.
- Κριμπά Κ., *Εκτείνοντας το Δαρβινισμό και άλλα δοκίμια*, εκδόσεις Νεφέλη.
- Τα βιβλία του παλαιοντολόγου και μελετητή της εξέλιξης Stephen Jay Gould, καθηγητή Πανεπιστημίου Harvard (*Ontogeny and Phylogeny*, *Wonderful Life: The Burgess Shale and the nature of History*, *The Panda's Thumb*, *Dinosaur in a Haystack: Reflections in Natural History* κ.ά.).
- Ziniman A., *The Human Evolution Coloring Book*, Harper Perennial, 1982.
- Tattersal I., «Κάποτε δεν ήμαστε μόνοι», *Scientific American*, ελληνική έκδοση, τόμος Β', τεύχος 13, 2000, σελ. 26-33.
- Gore R., «The Dawn of Humans», *National Geographic*, vol 191, No 2, 1997, pp 72-97.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

- 1) Τι εννοούν οι βιολόγοι όταν υποστηρίζουν ότι τα είδη εξελίσσονται;
- Ότι τα είδη βελτιώνονται με την πάροδο του χρόνου.
 - Ότι τα είδη μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου.
 - Ότι υπάρχουν ανώτεροι και κατώτεροι οργανισμοί.
- Απάντηση:** Σωστή είναι η (β).
- 2) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις για τον Κάρολο Δαρβίνο είναι σωστή;
- Ο Δαρβίνος υποστήριξε την εξήγηση του Λαμάρκ για την εξέλιξη.
 - Ο Δαρβίνος κατάλαβε ότι η ποικιλομορφία στους φυσικούς πληθυσμούς των φυτών και των ζώων οφείλεται στις μεταλλάξεις.
 - Ο Δαρβίνος συνέλαβε την ιδέα της εξέλιξης.
 - Καμιά από τις παραπάνω.
- Απάντηση:** Σωστή είναι η (δ).
- 3) Ο βιομηχανικός μελανισμός δείχνει ότι:
- Μια αλλαγή στο περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει στην εξέλιξη των ειδών.
 - Η εξέλιξη συμβαίνει μόνο στις βιομηχανικές περιοχές.
 - Η ρύπανση προκαλεί μεταλλάξεις.
- Απάντηση:** Σωστή είναι η (α).
- 4) Η θεωρία του Δαρβίνου για την εξέλιξη δεν μπόρεσε να εξηγήσει:
- Την ύπαρξη ποικιλομορφίας στους πληθυσμούς.
 - Τη μείωση της ποικιλότητας από γενιά σε γενιά.
 - Τον αγώνα για την επιβίωση.
- Απάντηση:** Σωστή είναι η (α).
- 5) Ο Δαρβίνος έγινε γνωστός διότι:
- Επινόησε την ιδέα της εξέλιξης των ειδών.
 - Περιέγραψε το μηχανισμό με τον οποίο συντελείται η εξέλιξη.
 - Επινόησε την ιδέα της τεχνητής επιλογής.

δ) Όλα τα παραπάνω.

Απάντηση: Σωστή είναι η (β).

6) Δεδομένα από διάφορες επιστημονικές πηγές αποδεικνύουν ότι:

α) Η εξέλιξη συνέβη στο παρελθόν, αλλά δε συμβαίνει πλέον.

β) Η εξέλιξη συμβαίνει σήμερα, αλλά δε συνέβη στο παρελθόν.

γ) Η εξέλιξη είναι μια διαρκής διαδικασία που συνεχίζεται και σήμερα.

Απάντηση: Σωστή είναι η (γ).

7) Η κοινή καταγωγή όλων των ειδών που ζουν σήμερα στη Γη σημαίνει ότι:

α) Ο άνθρωπος κατάγεται από τον πίθηκο.

β) Υπάρχουν ανάλογα όργανα.

γ) Συμβαίνουν μεταλλάξεις.

δ) Όλα τα είδη έχουν προέλθει από έναν κοινό πρόγονο με βαθμιαίες αλλαγές σε μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Απάντηση: Σωστή είναι η (δ).

8) Επιλέξτε τη σωστή πρόταση.

Οι μεταλλάξεις προκαλούνται από:

α) την ακτινοβολία

β) το βιομηχανικό μελανισμό

γ) τη φυσική επιλογή

δ) τα αντιβιοτικά

Απάντηση: Σωστή είναι η (α).

9) Η ειδογένεση είναι:

α) η δημιουργία ενός νέου είδους από ένα αρχικό είδος

β) η προσαρμογή ενός είδους στις αλλαγές του περιβάλλοντος

γ) η επιτυχία ενός είδους στον αγώνα για την επιβίωση

δ) το αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής

Απάντηση: Σωστή είναι η (α).

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 3.1, 3.2 ΚΑΙ 3.3

1. Πολλοί από τους μελετητές της ιστορίας της Βιολογίας ισχυρίζονται ότι χωρίς τη θεωρία της φυσικής επιλογής η Βιολογία θα ήταν μια στείρα περιγραφή φυτικών και ζωικών οργανισμών. Συμφωνείτε με την άποψη αυτή; Αν ναι, να αναφέρετε διεξοδικά τα επιχειρήματά σας.

Απάντηση

Σήμερα η θεωρία της εξέλιξης είναι αποδεκτή από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας και έχει επηρεάσει, περισσότερο ίσως από κάθε άλλη σύγχρονη επιστημονική θεωρία, το δυτικό πολιτισμό. Αυτός και μόνο ο λόγος θα ήταν αρκετός για να τη μελετάμε. Επιπλέον η Βιολογία, όπως και κάθε άλλη επιστήμη, βασίζεται επάνω σε μερικές θεμελιώδεις γενικεύσεις, επάνω δηλαδή σε μερικές αρχές που ισχύουν σε όλη την έκταση των αντικειμένων που μελετά. Η μία από αυτές τις γενικεύσεις είναι η κυτταρική θεωρία, η οποία υποστηρίζει ότι όλα τα έμβια όντα αποτελούνται από κύτταρα και από προϊόντα κυττάρων. Η άλλη γενίκευση είναι η θεωρία της εξέλιξης, η θεωρία δηλαδή που υποστηρίζει ότι όλα τα έμβια όντα είναι προϊόν εξέλιξης που υπέστησαν προγενέστεροι οργανισμοί. Χωρίς αυτή τη θεωρία η Βιολογία θα ήταν περισσότερο μια στείρα περιγραφή φυτικών και ζωικών οργανισμών από την οποία θα έλειπε ο μίτος που τους συνδέει μεταξύ τους. Χωρίς αυτή τη θεωρία, για να χρησιμοποιήσουμε και τα λόγια του Θεοδόσιου Ντομπζάνσκυ, ενός μεγάλου εξελικτικού του 20ού αιώνα, δε θα μπορούσαμε να κατανοήσουμε πώς ένα άθροισμα από χημικά συστατικά και κύτταρα, όπως ο άνθρωπος, έγινε ικανό «να είναι ζωντανό, να αισθάνεται χαρά και πόνο, να ξεχωρίζει την ομορφιά από την ασχήμια και να διακρίνει το καλό από το κακό...».

2. Ένας συμμαθητής σας παρομοίωσε την εξέλιξη των οργανισμών με ένα ποδήλατο το οποίο, για να ισορροπεί, πρέπει να βρίσκεται σε συνεχή κίνηση (μεταβολή). Είναι βάσιμη αυτή η αναλογία; Να αναπτύξετε τις απόψεις σας.

Απάντηση

Όπως ένα ποδήλατο πρέπει να κινείται για να ισορροπεί, έτσι και οι οργανισμοί πρέπει να εξελίσσονται, ώστε να είναι πάντοτε προσαρμοσμένοι στο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον στο οποίο ζουν.

3. Να αναφέρετε παραδείγματα από την καθημερινή κουβέντα στα οποία φαίνεται να επιβιώνει η θεωρία του Λαμάρκ.

Απάντηση

Από παιδικά βιβλία και καθημερινές κουβέντες: «το πουλί έχει φτερά, για να πετάει, η γάτα έχει μαξιλαράκια στα πέλματά της, για να είναι αθόρυβη, όταν κυνηγά τα ποντίκια», αντί του ορθού: το πουλί πετάει, διότι έχει φτερά, ή η γάτα είναι αθόρυβη, διότι έχει μαξιλαράκια στα πέλματα. (Τα λάθη αυτά δημιουργούν την εντύπωση ότι οι οργανισμοί «μαθαίνουν» από το περιβάλλον τους ποιες δομές ή λειτουργίες πρέπει να αναπτύξουν, ώστε να είναι προσαρμοσμένοι σ' αυτό.)

Παραδείγματα στα οποία επιβιώνει η άποψη για την κληρονομική μεταβίβαση επίκτητων γνωρισμάτων: «Ο Γιώργος; Γεννημένος τυπογράφος όπως ο πατέρας του».

4. Ποια είναι η μονάδα επί της οποίας δρα η εξέλιξη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Απάντηση

Ένα από τα σημεία που χρειάζονται αποσαφήνιση στη θεωρία που διατύπωσε ο Δαρβίνος είναι το πού τελικά δρα η φυσική επιλογή. Για την εξελικτική θεωρία η φυσική επιλογή δρα στον πληθυσμό και συνεπώς ο πληθυσμός αντιπροσωπεύει τη μικρότερη δυνατή μονάδα που μπορεί να εξελιχθεί.

Αυτό φαίνεται παράδοξο, καθώς η φυσική επιλογή περιλαμβάνει αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα μεμονωμένα άτομα και το περιβάλλον τους, οπότε θα ήταν λογικότερο τα μεμονωμένα άτομα να αποτελούν τη μονάδα της εξέλιξης και όχι οι πληθυσμοί. Όμως το μεμονωμένο άτομο μπορεί να παρουσιάσει ένα, το πολύ, νέο χαρακτηριστικό είτε λόγω μεταβολής του γενετικού υλικού του (μετάλλαξη) είτε λόγω της επίδρασης του περιβάλλοντός του (επίκτητο γνώρισμα). Αντιθέτως η εξέλιξη απαιτεί συσσώρευση πολλών νέων κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών τα οποία έχουν εδραιωθεί στους πληθυσμούς διαδοχικών γενεών με τη δράση της φυσικής επιλογής.

Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η δράση της φυσικής επιλογής είναι τοπικά και χρονικά προσδιορισμένη. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος διαφέ-

ρουν από περιοχή σε περιοχή και από χρονική στιγμή σε χρονική στιγμή. Έτσι είναι δυνατόν ένα χαρακτηριστικό που αποδεικνύεται προσαρμοστικό σε μια περιοχή μια καθορισμένη χρονική στιγμή να είναι άχρηστο ή και δυσμενές σε μια άλλη περιοχή ή σε μια άλλη χρονική στιγμή.

5. Μερικοί υποστηρίζουν ότι η θεωρία της φυσικής επιλογής δεν είναι ορθή, καθώς δεν μπορεί να εξηγήσει πώς στον ανθρώπινο πληθυσμό παραμένουν γονίδια που δεν έχουν επωφεληή δράση ή είναι άχρηστα. Πιστεύετε ότι το επιχείρημα αυτό είναι βάσιμο; Να αναπτύξετε τις απόψεις σας.

Απάντηση

Το επιχείρημα αυτό δεν είναι βάσιμο, διότι πολλά γονίδια καθορίζουν την εκδήλωση περισσότερων από ένα διαφορετικών χαρακτηριστικών. Είναι λοιπόν πιθανό ένα γονίδιο για ένα από τα χαρακτηριστικά που καθορίζει να επιλέγεται αρνητικά σε ένα περιβάλλον, ενώ για ένα άλλο χαρακτηριστικό (το ίδιο γονίδιο) να επιλέγεται θετικά στο ίδιο περιβάλλον. Σε μια τέτοια περίπτωση το γονίδιο δεν εξαλείφεται. Σχετικό παράδειγμα αποτελεί το γονίδιο που είναι υπεύθυνο για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία. Το γονίδιο αυτό σε ομοζυγωτία προκαλεί την αιμοσφαιρινοπάθεια, σε ετεροζυγωτία όμως παρέχει αυξημένη προστασία από την ελονοσία. Έτσι, αν και επιβλαβές, επιλέχθηκε θετικά και διατηρήθηκε στους πληθυσμούς στους οποίους ενδημούσε η ελονοσία.

6. Είναι πιθανόν ένας οργανισμός να προσαρμοστεί τόσο πολύ στο περιβάλλον του, ώστε να μην εξελίσσεται πλέον;

Απάντηση

Όχι. Το περιβάλλον μεταβάλλεται διαρκώς, όπως επίσης μεταβάλλεται με διάφορους τρόπους και ο γενότυπος των οργανισμών. Έτσι τα νέα χαρακτηριστικά που εμφανίζονται θα αξιολογούνται συνεχώς από τη φυσική επιλογή με βάση τα πλεονεκτήματα ή τα μειονεκτήματα που παρέχουν στους φορείς τους, οπότε η εξέλιξη θα συνεχίζεται.

7. Να συγκρίνετε τη θεωρία του Λαμάρκ με αυτήν του Δαρβίνου. Πώς θα εξηγούσατε το παράδειγμα του βιομηχανικού μελανισμού με τη μία και πώς με την άλλη θεωρία;

Απάντηση

Θεωρία του Λαμάρκ	Θεωρία του Δαρβίνου
Οι πεταλούδες με πτέρυγες μαύρου χρώματος δημιουργήθηκαν από οργανισμούς κατώτερων βαθμίδων διαμέσου της φυσικής κλίμακας .	Στο φυλογενετικό δέντρο των πεταλούδων, σε κάποιο προγονικό είδος, υπήρχαν πεταλούδες με πτέρυγες ποικίλου χρώματος.
Οι κορμοί των δέντρων πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση είχαν ανοιχτό χρώμα. Όταν όμως οι κορμοί απέκτησαν μαύρο χρώμα λόγω της βιομηχανικής ρύπανσης, προέκυψε για τις πεταλούδες που έως τότε είχαν ανοιχτό χρώμα πτερυγών η ανάγκη αποφυγής των θηρευτών τους.	Ο αριθμός των πεταλούδων που γεννιούνται ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των ατόμων που επιβίωσαν. Έπρεπε συνεπώς μεταξύ των ατόμων του ίδιου πληθυσμού να διεξαχθεί ένας αγώνας για επιβίωση.
Με τη βοήθεια μιας εσωτερικής δύναμης ορισμένες πεταλούδες απέκτησαν σταδιακά πτέρυγες μαύρου χρώματος, για να αποφύγουν τους θηρευτές τους (οι πεταλούδες δεν εξαφανίστηκαν).	Η φυσική επιλογή ευνόησε τα άτομα με το μαύρο χρώμα πτερυγών, γιατί μπορούσαν να αποφεύγουν τους θηρευτές τους, αφού διακρίνονταν δυσκολότερα από αυτούς επάνω στους μαύρους κορμούς των δέντρων. Τα άτομα με ανοιχτό χρώμα πτερυγών λιγόστευαν.
Σύμφωνα με την αρχή της κληρονομικής μεταβίβασης των επίκτητων χαρακτηριστικών , το μαύρο χρώμα των πτερυγών κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.	Το μαύρο χρώμα των πτερυγών κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.

8. Ποια ήταν τα αδύνατα σημεία της θεωρίας του Δαρβίνου, όπως αυτή διατυπώθηκε στην πρώτη εκδοχή της; Πώς ενισχύθηκαν στη συνθετική θεωρία;

Απάντηση

Μετά τη δημοσίευση της εργασίας του Κάρολου Δαρβίνου οι περισσότεροι από τους βιολόγους της εποχής συμφωνούσαν ότι η ιδέα της εξέλιξης είναι μια πραγματικότητα. Η άποψη όμως του Δαρβίνου ότι ο μηχανισμός με τον οποίο προχωρεί η εξέλιξη είναι η φυσική επιλογή δεν είχε γίνει ακόμη εντελώς αποδεκτή. Ο σημαντικότερος λόγος γι' αυτό ήταν ότι εκείνη την εποχή έλειπε μια πειστική θεωρία για την κληρονομικότητα, μια θεωρία δηλαδή που να μπορεί να εξηγήσει πώς μεταβιβάζονται τα χαρακτηριστικά από τους γονείς στους απογόνους αλλά και πώς δημιουργούνται νέα.

Ο Δαρβίνος είχε καταλάβει ότι το κλειδί για την εξήγηση της θεωρίας του ήταν η κληρονομικότητα. Η έλλειψη όμως μιας σχετικής θεωρίας τον ανάγκασε να αποδεχτεί τη θεωρία της κληρονομικής μεταβίβασης των επίκτητων χαρακτηριστικών του Λαμάρκ, η οποία βεβαίως ερχόταν σε διάσταση με το δικό του μοντέλο για την εξέλιξη.

Από ένα παράδοξο παιχνίδι της τύχης, την εποχή που ο Δαρβίνος καταπιανόταν με τη στήριξη της θεωρίας του, ο Γρηγόριος Μέντελ (1822-1884) δημοσίευσε την εργασία του για την κληρονομικότητα, μια εργασία η οποία θα είχε δώσει στο Δαρβίνο, αν ήταν ενήμερος γι' αυτήν, την απαραίτητη γενετική βάση προκειμένου να εδραιώσει τη θεωρία της φυσικής επιλογής.

Στις αρχές όμως της δεκαετίας του 1940 το τοπίο είχε αλλάξει ριζικά. Η εργασία του Μέντελ, δηλαδή η κλασική Γενετική, ήταν από καιρό αποδεκτή και έτσι είχε επιλυθεί το πρόβλημα του τρόπου μεταβίβασης των κληρονομικών χαρακτηριστικών. Επιπλέον είχε γίνει κατανοητή η σημασία των μεταλλάξεων, δηλαδή των δραστικών μεταβολών του γενετικού υλικού στην εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών, ενώ είχε καθιερωθεί ένας νέος κλάδος στη Γενετική, η Γενετική Πληθυσμών, χάρη στην οποία η εξέλιξη συνδέθηκε με τις μεταβολές των συχνοτήτων των γονιδίων στους πληθυσμούς.

Αποτέλεσμα αυτών των δεδομένων ήταν η επαναδιατύπωση της θεωρίας του Δαρβίνου σε μια σύγχρονη θεωρία για την εξέλιξη, τη συνθετική θεωρία. Η συνθετική θεωρία δεν αναιρεί τον πυρήνα της συλλογιστικής του Δαρβίνου, αντίθετα τον εμπλουτίζει με τα νέα δεδομένα από τις ανακαλύψεις της Μοριακής Βιολογίας και της Γενετικής Πληθυσμών.

9. Πώς είναι προτιμότερο κατά την άποψή σας να προχωρεί η εξέλιξη, με πολλές μικρές μεταβολές στους υπάρχοντες οργανισμούς ή με λίγες μεγάλες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση

Οι μεταβολές στα χαρακτηριστικά των οργανισμών οφείλονται, σε ένα μεγάλο ποσοστό, στις μεταλλάξεις. Μια δραστική μετάλλαξη έχει ελάχιστες πιθανότητες να είναι ευνοϊκή για έναν οργανισμό που είναι ήδη αρκετά καλά προσαρμοσμένος στο περιβάλλον του. Αντιθέτως, οι μεταλλάξεις που είναι υπεύθυνες για μικρότερης έκτασης μεταβολές στα χαρακτηριστικά των οργανισμών, ακόμη κι αν δεν είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές, δεν είναι και ιδιαίτερα δυσμενείς. Είναι λοιπόν προτιμότερο η εξέλιξη να προχωρεί με πολλά μικρά βήματα παρά με λίγα μεγάλα.

10. Για ποιο λόγο οι μεταλλάξεις δεν μπορούν να κατευθύνουν από μόνες τους την εξελικτική πορεία;

Απάντηση

Οι μεταλλάξεις οφείλονται είτε σε τυχαία λάθη κατά την αντιγραφή του DNA είτε σε φυσικούς ή χημικούς παράγοντες που αλλοιώνουν τη δομή του DNA. Χάρη σ' αυτές δημιουργούνται νέα γονίδια που καθορίζουν την εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών. Τα χαρακτηριστικά αυτά, στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν είναι επωφελή για το φορέα τους. Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις, είναι πιθανόν μια μετάλλαξη να προσφέρει αυξημένες δυνατότητες επιβίωσης στο άτομο που την υπέστη, επειδή τυχαίνει το χαρακτηριστικό που δημιουργεί να είναι συμβατό με τις νέες συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον.

Οι μεταλλάξεις από μόνες τους δεν είναι ικανές να προσανατολίσουν την εξελικτική πορεία προς ορισμένη κατεύθυνση, προσφέρουν όμως το υλικό επάνω στο οποίο δρα η φυσική επιλογή.

Η φυσική επιλογή είναι η διαδικασία η οποία καθορίζει την τύχη των γονιδίων. Με αυτή τη διαδικασία μεταβάλλεται η συχνότητά τους, δηλαδή το ποσοστό με το οποίο συναντάται ένα γονίδιο σε έναν πληθυσμό. Κάποιοι συνδυασμοί γονιδίων προσδίδουν στους φορείς τους είτε μεγαλύτερη βιωσιμότητα είτε μεγαλύτερη αναπαραγωγική ικανότητα.

Με τη φυσική επιλογή επιλέγονται τα άτομα που πλεονεκτούν έναντι των άλλων, γιατί παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον, είναι δηλαδή τα καλύτερα προσαρμοσμένα ά-

τομα. Τα γονίδια των επιλεγμένων ατόμων αυξάνουν τη συχνότητα εμφάνισής τους στον πληθυσμό και στο τέλος επικρατούν. Σταδιακά πληθαίνουν τα χαρακτηριστικά των ατόμων που επιλέγονται, ενώ τα χαρακτηριστικά των ατόμων που εξαφανίζονται γίνονται όλο και πιο σπάνια.

11. Έχει διαπιστωθεί ότι πολλά έντομα έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα όπως το DDT. Να εξηγήσετε το μηχανισμό απόκτησης αυτής της ανθεκτικότητας σύμφωνα με τη θεωρία του Λαμάρκ και τη θεωρία του Δαρβίνου.

Απάντηση

Θεωρία του Λαμάρκ	Θεωρία του Δαρβίνου
Τα έντομα που διαθέτουν ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα όπως το DDT δημιουργήθηκαν από οργανισμούς κατώτερων βαθμίδων διαμέσου της φυσικής κλίμακας .	Στο φυλογενετικό δέντρο των εντόμων, σε κάποιο προγονικό είδος, υπήρχαν έντομα που ανέπτυξαν ανθεκτικότητα στο DDT εξαιτίας κάποιας μετάλλαξης.
Τα έντομα, πριν από τη χρήση του εντομοκτόνου DDT, δε διέθεταν ανθεκτικότητα απέναντι σ' αυτό. Όταν όμως άρχισε να χρησιμοποιείται το DDT προέκυψε για τα έντομα η ανάγκη ανάπτυξης ανθεκτικότητας απέναντι σ' αυτό.	Ο αριθμός των εντόμων που γεννιούνται ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των εντόμων που διέθεταν ανθεκτικότητα στο DDT. Προέκυψε λοιπόν η ανάγκη επιβίωσης των εντόμων έναντι του εντομοκτόνου.
Με τη βοήθεια μιας εσωτερικής δύναμης ορισμένα έντομα ανέπτυξαν σταδιακά ανθεκτικότητα στο DDT, και κατάφεραν να επιβιώσουν (τα έντομα δεν εξαφανίστηκαν).	Η φυσική επιλογή ευλόγησε τα άτομα που διέθεταν ανθεκτικότητα στο DDT, γιατί μπορούσαν να επιβιώσουν παρά την ύπαρξη του εντομοκτόνου αυτού. Τα άτομα που δε διέθεταν ανθεκτικότητα στο DDT λιγότευαν και τελικά εξαφανίστηκαν.
Σύμφωνα με την αρχή της κληρονομικής μεταβίβασης των επίκτητων χαρακτηριστικών , η ανθεκτικότητα στο DDT κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.	Η ανθεκτικότητα στο DDT κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 3.4

1. Πολλοί, για να δυσφημήσουν την εξελικτική θεωρία, ισχυρίζονται ότι υποστηρίζει πως ο άνθρωπος προέρχεται από τον πίθηκο. Είναι βάσιμος ο ισχυρισμός τους, είναι πιθανό να προέρχεται ο άνθρωπος από τον πίθηκο;

Απάντηση

Ένα από τα ερωτήματα που απασχολούν τη Βιολογία, αλλά ενδιαφέρουν και τον απλό άνθρωπο, είναι η προέλευση του είδους μας. Στο ερώτημα αυτό προσπάθησε να απαντήσει ο Κάρολος Δαρβίνος, όταν 12 χρόνια μετά τη δημοσίευση της περίφημης *Καταγωγής των ειδών* εξέδωσε ένα άλλο βιβλίο με τίτλο *Η καταγωγή του ανθρώπου*. Στο βιβλίο αυτό υποστήριζε ότι ο άνθρωπος και ο πίθηκος έχουν κοινό πρόγονο και όχι, όπως πιστεύεται λανθασμένα, ότι ο άνθρωπος προέρχεται από τον πίθηκο. Άλλωστε τη φυλογένεση κάθε είδους δεν την αναζητούμε κυρίως στους σύγχρονους του οργανισμούς με τους οποίους έχει κάποιες ομοιότητες, αλλά σε προγενέστερους οργανισμούς, εφόσον υπάρχουν ενδείξεις που μπορούν να τεκμηριώσουν τη βαθμιαία εξελικτική μετάβαση από το ένα προγονικό είδος στο άλλο.

Τα απολιθώματα που υπήρχαν διαθέσιμα εκείνη την εποχή, ώστε να τεκμηριωθεί μια τέτοια υπόθεση, ήταν ελάχιστα και το ίδιο ίσχυε για περισσότερο από 100 χρόνια μετά. Τις τελευταίες όμως δεκαετίες τα απολιθώματα που έχουν βρεθεί, καθώς και η έρευνα σε άλλες περιοχές της Βιολογίας, ιδιαίτερα μάλιστα στη Μοριακή Βιολογία, δε γεννούν καμιά αμφιβολία ότι ο άνθρωπος, όπως και κάθε άλλος οργανισμός του πλανήτη, είναι προϊόν εξέλιξης.

2. Να συγκρίνετε τα χαρακτηριστικά (μορφολογικά αλλά και πολιτισμικά) των Αυστραλοπιθήκων με αυτά του *Homo habilis*, του *Homo erectus*, του Ανθρώπου του Νεάντερταλ, του Ανθρώπου του Κρο-Μανιόν. Για ποιους λόγους κάθε βαθμίδα είναι εξελικτικά ανώτερη από την προηγούμενη;

Απάντηση

Αυστραλοπίθηκος

- Η όρθια στάση και η δίποδη βάδιση ήταν δύο χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν αρκετά νωρίς στην εξελικτική ιστορία του ανθρώπου.
- Πέλμα με ευθυγραμμισμένα δάχτυλα και κατασκευή που ευνοούσε τη στήριξη του βάρους του σώματος.
- Ο εγκέφαλος των Αυστραλοπιθήκων, αν και ήταν μικρότερος από τον εγκέφαλο του ανθρώπου (περίπου το 1/3), ήταν μεγαλύτερος από αυτόν των πιθήκων. Από την οδοντοφυΐα τους αλλά και από τα οστά των ζώων που βρέθηκαν κοντά στα απολιθώματά τους φαίνεται πως ήταν παμφάγοι.

Homo habilis

- Περιπατούσε όρθιος.
- Είχε δόντια που έμοιαζαν περισσότερο με αυτά του ανθρώπου παρά με τα δόντια των Αυστραλοπιθήκων.
- Διέθετε μεγαλύτερο εγκέφαλο από τους Αυστραλοπιθήκους.
- Έφτιαχνε και χρησιμοποιούσε πολλά πέτρινα εργαλεία και είχε μεγάλη επιδεξιότητα. Χάρη σ' αυτά τα χαρακτηριστικά του θεωρείται ένα μεγάλο βήμα από τη ζωώδη προς την ανθρώπινη κατάσταση.

Homo erectus

- Ζούσε σε ομάδες, κατοικούσε σε σπηλιές ή και σε ξύλινα καταλύματα που κατασκεύαζε ο ίδιος.
- Χρησιμοποιούσε τη φωτιά.
- Έψηνε το κρέας που έτρωγε.
- Πιθανότατα είχε την ικανότητα ομιλίας.

Homo sapiens neanderthalensis (Άνθρωπος του Νεάντερταλ)

- Ήταν πιο δυνατός σωματικά από το σύγχρονο άνθρωπο, με προτοπημένο μέτωπο, τονισμένα υπερόφρυα τόξα και δόντια μεγαλύτερα του σύγχρονου ανθρώπου.
- Ζούσε ομαδικά σε σπηλιές ή καλύβες, κατασκεύαζε και χρησιμοποιούσε εργαλεία.
- Έκανε χρήση της φωτιάς, ντυνόταν με προβιές, έθαβε τους νεκρούς

του και έδωσε δείγματα της πρωτόγονης τέχνης του.

- Το γεγονός ότι μαζί με τους νεκρούς έθαβε και φαγητό, όπλα και άνη υποδηλώνει ότι πίστευε στη μεταθανάτια ζωή.

Homo sapiens sapiens (Άνθρωπος του Κρο-Μανιόν)

- Δε διαφέρει από το σύγχρονο άνθρωπο ως προς τα σκελετικά χαρακτηριστικά του.
- Πιθανόν να ζούσε για ένα διάστημα παράλληλα με τον Άνθρωπο του Νεάντερταλ και να διασταυρωνόταν μαζί του για πολλές χιλιάδες χρόνια.
- Είχε καλή κοινωνική οργάνωση και πλήρη ικανότητα ομιλίας.
- Τρεφόταν με το κρέας των ζώων που κυνηγούσε.
- Ζωγράφιζε τους τοίχους των σπηλαίων με πιο εκλεπτυσμένο τρόπο από ό,τι ο Άνθρωπος του Νεάντερταλ.
- Πριν από 10.000 χρόνια άρχισε να εγκαθίσταται μόνιμα σε περιοχές και πριν από 3.000 χρόνια να φτιάχνει τις πρώτες πόλεις. Δημιούργησε το νεολιθικό πολιτισμό, ο οποίος οδήγησε στους ιστορικούς χρόνους.

Τα χαρακτηριστικά που συνηγορούν στο ότι κάθε βαθμίδα είναι εξελικτικά ανώτερη από την προηγούμενη είναι τα εξής:

- Η αύξηση του μεγέθους του εγκεφάλου και η σταδιακή διανοητική ανάπτυξη, γεγονός που δικαιολογείται από τον προβληματισμό που ανέπτυξε στην προσπάθειά του να επιβιώσει.
- Η κατασκευή πνευματικών προϊόντων, η εφαρμογή νέων διατροφικών συνηθειών και η σταδιακή ανάπτυξη κοινωνικής ζωής.

3. Ποιες πληροφορίες μπορεί να δώσει στην παλαιοανθρωπολογική έρευνα η μελέτη της γνάθου, της λεκάνης, της σπονδυλικής στήλης και του κρανίου ενός προγονικού είδους του ανθρώπου;

Απάντηση

- Η μελέτη της κάτω γνάθου ενός οργανισμού ή μόνο κάποιων δοντιών του είναι δυνατόν να «προδώσει» τις διατροφικές συνήθειές του.
- Από τη μελέτη της σπονδυλικής στήλης και του σχήματος των οστών της λεκάνης συμπεραίνουμε αν ο οργανισμός βάδιζε σε δύο ή σε τέσ-

σερα άκρα.

- Η αυξημένη κρανιακή χωρητικότητα μας δίνει πληροφορίες για τη νοημοσύνη του.
4. Ποιες προσαρμογές έχει επιβάλει στο σκελετό του σύγχρονου ανθρώπου η όρθια στάση και ο εδαφόβιος τρόπος ζωής;

Απάντηση

Ο άνθρωπος αποτελεί το μοναδικό Πρωτεύον που βαδίζει εντελώς όρθιο. Βέβαια και ο γορίλας και ο χιμπαντζής περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους σε ελαφρά κατακόρυφη (παρά οριζόντια) στάση, περπατούν όμως αγγίζοντας το έδαφος με τα χέρια τους. Η όρθια στάση, που είναι αποτέλεσμα κατάλληλης διαμόρφωσης της λεκάνης και της σπονδυλικής στήλης, οδήγησε στην εξελικτική γραμμή του ανθρώπου, αποδέσμευσε τα άνω άκρα για άλλες δραστηριότητες πέρα από το βάδισμα, συνέβαλε στην ανάπτυξη της νοημοσύνης (αύξηση κρανιακής χωρητικότητας) και έδωσε τη δυνατότητα της θέασης από πιο ψηλά και επομένως της εποπτείας μιας μεγαλύτερης περιοχής.

5. Ποια απολιθωμένα και ποια σύγχρονα είδη περιλαμβάνει η οικογένεια των Ανθρωπίδων; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους;

Απάντηση

Το 1924 ο Βρετανός ανθρωπολόγος Ρέυμοντ Νταρτ ανακάλυψε σε λατομείο της Ανατολικής Αφρικής ένα κρανίο ηλικίας 2,8 με 3,8 εκατομμυρίων χρόνων. Ονόμασε το εύρημά του **Αυστραλοπίθηκο**, γιατί βρέθηκε στις νότιες περιοχές (Austral) της Ανατολικής Αφρικής. Από τη μελέτη όμως και άλλων απολιθωμάτων που βρέθηκαν σε διάφορες περιοχές της Αφρικής (όπως του *Australopithecus bosei*) προέκυψε ότι ο Αυστραλοπίθηκος αποτελεί έναν από τους άμεσους προγόνους του ανθρώπου, καθώς με βάση τα χαρακτηριστικά του τοποθετείται στους **Ανθρωπίδες**, την οικογένεια δηλαδή των Ανθρωποειδών στην οποία ανήκει ο άνθρωπος.

Το καλύτερα διατηρημένο και πληρέστερο απολιθωμα (αποτελείται από τα 2/3 του σκελετού και έχει άθικτες μερικές ανατομικές συνδέσεις) εί-

να η «Λούσυ», που βρέθηκε στην Αιθιοπία το 1974, στην περιοχή Αφάρ.

Λίγο αργότερα, όταν βρέθηκαν τα αποτυπώματα ενός ζευγαριού Αυστραλοπιθήκων που βημάτισε στις στάχτες του ηφαιστείου Σαντιμάν, πριν από 3 εκατομμύρια χρόνια, αποδείχτηκε ότι η όρθια στάση και η δίποδη βάδιση ήταν δύο χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν αρκετά νωρίς στην εξελικτική ιστορία του ανθρώπου. Στα αποτυπώματα αυτά αναγνωρίζεται το ανθρώπινο πέλμα με τα ευθυγραμμισμένα δάχτυλα και την κατασκευή που ευνοεί τη στήριξη του βάρους του σώματος.

Ο εγκέφαλος των Αυστραλοπιθήκων, αν και ήταν μικρότερος από τον εγκέφαλο του ανθρώπου (περίπου το 1/3), ήταν μεγαλύτερος από αυτόν των πιθήκων. Από την οδοντοφυΐα τους αλλά και από τα οστά των ζώων που βρέθηκαν κοντά στα απολιθώματά τους φαίνεται πως ήταν παμφάγοι.

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

Ο *Homo habilis* (άνθρωπος ο επιδέξιος) περπατούσε όρθιος, είχε δόντια που έμοιαζαν περισσότερο με αυτά του ανθρώπου παρά με τα δόντια των Αυστραλοπιθήκων και μεγαλύτερο εγκέφαλο από αυτούς. Έφτιαχνε και χρησιμοποιούσε πολλά πέτρινα εργαλεία και είχε μεγάλη επιδεξιότητα. Χάρη σ' αυτά τα χαρακτηριστικά του θεωρείται ένα μεγάλο βήμα από τη ζωώδη προς την ανθρώπινη κατάσταση. Ο *Homo habilis* έζησε στην Αφρική για 500.000 χρόνια και μετά εξαφανίστηκε. Τον διαδέχτηκε ένα νέο είδος ανθρώπου με ακόμα μεγαλύτερο εγκέφαλο, ο **Homo erectus** (άνθρωπος ο όρθιος).

Στο *Homo erectus* αποδίδονται πολλές απολιθωμένες μορφές που είναι σήμερα γνωστές ως ο *Άνθρωπος της Ιάβας* και ο *Άνθρωπος του Πεκίνου*. Το είδος αυτό εμφανίστηκε στην Αφρική πριν από 1,6 εκατομμύρια χρόνια και είναι το πρώτο ανθρώπινο είδος που μετανάστευσε στην Ασία και στην Ευρώπη. Ζούσε σε ομάδες, κατοικούσε σε σπηλιές ή και σε ξύλινα καταλύματα που κατασκεύαζε ο ίδιος, χρησιμοποιούσε τη φωτιά και παρουσίασε μια μεγάλη στροφή στη διαίτά του, καθώς έψηνε το κρέας που έτρωγε. Πιθανότατα είχε την ικανότητα ομιλίας. Ο *Homo erectus*, αν και παρέμεινε στον πλανήτη περισσότερα χρόνια από κάθε άλλο προγονικό μας είδος, εξαφανίστηκε από την Αφρική και την Ευρώπη πριν από 500.000 χρόνια, με την εμφάνιση του *Homo sapiens* (άνθρωπος ο σοφός). Έζησε όμως στην Ασία μέχρι πριν από 250.000 χρόνια.

Η μετάβαση από το **Homo erectus** στις πρωτόγονες μορφές του *Homo*

sapiens (*Homo archaico*, *Homo presapiens*), οι οποίες χρονολογούνται πριν από 400.000-130.000 χρόνια, φαίνεται να έγινε σταδιακά και με συνεχή αύξηση του όγκου του εγκεφάλου.

Το 1856 στην κοιλάδα Neander της Γερμανίας βρέθηκε ένα κρανίο που αποδόθηκε στον *Άνθρωπο του Νεάντερταλ*. Ο *Άνθρωπος του Νεάντερταλ* θεωρείται σήμερα ως ένα υποείδος του *Homo sapiens* και γι' αυτό ονομάζεται ***Homo sapiens neanderthalensis***. Ο *Homo sapiens neanderthalensis* εμφανίστηκε πριν από 130.000 περίπου χρόνια και έζησε μέχρι πριν από 35.000 χρόνια. Ήταν πιο δυνατός σωματικά από το σύγχρονο άνθρωπο, με προτεταμένο μέτωπο, τονισμένα υπερόφρυρα τόξα και δόντια μεγαλύτερα του σύγχρονου ανθρώπου. Ζούσε ομαδικά σε σπηλιές ή καλύβες και κατασκεύαζε και χρησιμοποιούσε εργαλεία. Έκανε χρήση της φωτιάς, ντυνόταν με προβιές, έθαβε τους νεκρούς του και έδωσε δείγματα της πρωτόγονης τέχνης του. Το γεγονός ότι μαζί με τους νεκρούς έθαβε και φαγητό, όπλα και άνθη υποδηλώνει ότι πίστευε στη μεταθανάτια ζωή. Σ' αυτόν παρουσιάζονται τα πρώτα στοιχεία συμβολικής σκέψης που χαρακτηρίζουν το σημερινό άνθρωπο.

Πριν από 34.000 χρόνια περίπου τον *Άνθρωπο του Νεάντερταλ* διαδέχτηκε ο πιο εξελιγμένος άνθρωπος, ο ***Homo sapiens sapiens*** (*Άνθρωπος του Κρο-Μανιόν*, που ονομάστηκε έτσι από την κοιλάδα της Γαλλίας όπου βρέθηκε). Ο *Άνθρωπος του Κρο-Μανιόν* δε διαφέρει από το σύγχρονο άνθρωπο ως προς τα σκελετικά χαρακτηριστικά του. Ξεκίνησε από την Αφρική, πέρασε από τη Μέση Ανατολή και εξαπλώθηκε στην Ευρώπη. Πιθανόν να ζούσε για ένα διάστημα παράλληλα με πληθυσμούς του Νεάντερταλ και να διασταυρωνόταν μαζί του για πολλές χιλιάδες χρόνια. Μερικά απολιθώματα που βρέθηκαν θεωρούνται ότι είναι υβρίδια Νεάντερταλ και Κρο-Μανιόν. Ο Νεάντερταλ έπαψε να υπάρχει εντελώς ξαφνικά και πιθανολογείται ότι εξοντώθηκε από τον *Άνθρωπο του Κρο-Μανιόν*. Η ύπαρξη υβριδίων από Νεάντερταλ και Κρο-Μανιόν μπορεί να σημαίνει ότι οι Νεάντερταλ αφομοιώθηκαν γενετικά από το σύγχρονο άνθρωπο. Οι *Άνθρωποι του Κρο-Μανιόν* είχαν καλή κοινωνική οργάνωση και πλήρη ικανότητα ομιλίας, τρέφονταν με το κρέας των ζώων που κυνηγούσαν και ζωγράφιζαν τους τοίχους των σπηλαιών με πιο εκλεπτυσμένο τρόπο από ό,τι οι Νεάντερταλ. Πριν από 10.000 χρόνια άρχισαν να εγκαθίστανται μόνιμα σε περιοχές και πριν από 3.000 χρόνια να φτιάχνουν τις πρώτες πόλεις. Οι *Άνθρωποι του Κρο-Μανιόν* δημιούργησαν το νεολιθικό πολιτισμό, που οδήγησε στους ιστορικούς χρόνους.

6. Ποιες πληροφορίες έχει προσφέρει η Μοριακή Βιολογία στις πιθανές φυλογενετικές σχέσεις του ανθρώπου με σύγχρονα Ανθρωποειδή;

Απάντηση

Οι αποδείξεις για τη φυλογενετική σχέση που υπάρχει μεταξύ του γορίλα, του χιμπαντζή και του ανθρώπου στο μοριακό επίπεδο είναι άφθονες. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι αλληλουχίες των νουκλεοτιδίων του DNA στον άνθρωπο και στο χιμπαντζή διαφέρουν μόνο κατά 1,27% και ότι η αλυσίδα α της αιμοσφαιρίνης τους είναι τελείως όμοια, ενώ η αλυσίδα β διαφέρει κατά ένα μόνο αμινοξύ. Οι μελέτες των μοριακών ευρημάτων και των απολιθωμάτων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο γορίλας απέκλινε από την εξελικτική γραμμή του ανθρώπου και του χιμπαντζή πριν από 8 με 10 εκατομμύρια χρόνια, ενώ οι εξελικτικές γραμμές του χιμπαντζή και του ανθρώπου διαχωρίστηκαν πριν από 6 μόλις εκατομμύρια χρόνια.

Κωδικός Βιβλίου: 0-22-0074-01-2012

ISBN 978-960-06-2347-5



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ & ΕΚΔΟΣΕΩΝ



(02)02200740120121