

1. Τίτλος

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΖΩΗΣ

2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Βιολογία Γ΄ Γυμνασίου : Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα, η ροή της γενετικής πληροφορίας, αλληλόμορφα, κυτταρική διαίρεση, κληρονομικότητα, μεταλλάξεις.

3. Γνώσεις και αντιλήψεις των μαθητών

Κατά την διδασκαλία του κεφαλαίου θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι:

- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι το DNA είναι συστατικό ορισμένων μόνο κυττάρων πχ των κυττάρων του εγκεφάλου και ότι το γενετικό υλικό διαφέρει από κύτταρο σε κύτταρο του ίδιου οργανισμού.
- Ορισμένοι γνωρίζουν τις έννοιες «γονίδιο» και «χρωμόσωμα», αγνοούν όμως την φύση και την λειτουργία τους και δεν αναγνωρίζουν την χημική βάση της κληρονομικότητας.
- Δεν κατανοούν ότι η εκδήλωση των χαρακτηριστικών είναι αποτέλεσμα της επίδρασης του γενετικού υλικού αλλά και του περιβάλλοντος.
- Πιστεύουν ότι τα φυλετικά χρωμοσώματα Χ και Υ περιέχονται μόνο στους γαμέτες.
- Ταυτίζουν τα μεταφασικά χρωμοσώματα με το χρωμόσωμα Χ (λόγω σχήματος).
- Θεωρούν ότι το Χ χρωμόσωμα καθορίζει το θηλυκό φύλο και ότι κληρονομείται μόνο από την μητέρα η οποία είναι και υπεύθυνη για τον καθορισμό του φύλου.
- Θεωρούν την αντιγραφή του DNA ως προϋπόθεση για την μεταγραφή και την μετάφραση και αγνοούν την σημασία των λειτουργιών αυτών.
- Ορίζουν ως επικρατές το αλληλόμορφο που εκδηλώνεται, γενικά, στους απογόνους.

Υπάρχει σύγχυση

- των εννοιών «αδελφές χρωματίδες», «ομόλογα χρωμοσώματα» και «δύο αλυσίδες» του DNA καθώς...
- και στις διαδικασίες της κυτταρικής διαίρεσης, κυτταρικής αύξησης και κυτταρικής διαφοροποίησης.
- Δεν συνδέουν την ανάπτυξη του οργανισμού με την κυτταρική διαίρεση.
- Πιστεύουν ότι κατά το τέλος της μίτωσης το κάθε θυγατρικό κύτταρο περιέχει από μια αλυσίδα του DNA.
- Θεωρούν ότι τα φυτικά κύτταρα δεν υφίστανται μίτωση ή μείωση.
- Δεν συνειδητοποιούν την ύπαρξη του τυχαίου στην κληρονομικότητα.
- Δεν συνδέουν την ποικιλομορφία με την κληρονομικότητα, αφού την θεωρούν ως αποτέλεσμα μόνο της επίδρασης του περιβάλλοντος.
- Θεωρούν τις μεταλλάξεις ως κάτι επιβλαβές χωρίς να τις συνδέουν με την ύπαρξη της ποικιλομορφίας.

4. Γενικοί στόχοι της ενότητας

Οι μαθητές μετά το τέλος της ενότητας θα πρέπει:

- Να συνδέουν το γενετικό υλικό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ατόμου.

- Να γνωρίζουν τι είναι η γενετική πληροφορία και πως οργανώνεται.
- Να περιγράφουν την σύσταση και να αναγνωρίζουν τον ρόλο των χρωμοσωμάτων.
- Να γνωρίζουν τον τρόπο προσδιορισμού του φύλου στον άνθρωπο, με την βοήθεια των χρωμοσωμάτων.
- Να ξέρουν ποια είναι τα νουκλεϊκά οξέα.
- Να αναγνωρίζουν ότι με απλές μεθόδους και υλικά καθημερινής χρήσης μπορούμε να τα απομονώσουμε από ορισμένα κύτταρα.
- Να μάθουν την δομή του DNA και RNA, καθώς και τις μορφολογικές και δομικές τους διαφορές.
- Να περιγράφουν τον τρόπο οργάνωσης του γενετικού υλικού, καθώς και τον τρόπο αποθήκευσης, διατήρησης, μεταβίβασης και έκφρασης και της γενετικής πληροφορίας.
- Να γνωρίσουν τα αλληλόμορφα γονίδια και τον τρόπο κληρονομής των.
- Να λύνουν προβλήματα μονοϋβριδισμού.
- Να αναγνωρίσουν την αξία του προγεννητικού ελέγχου.
- Να διακρίνουν και να περιγράφουν τους τρόπους κυτταρικής διαίρεσης και να τους συνδέουν με την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των οργανισμών.
- Να αναγνωρίσουν την επέμβαση της τύχης κατά την δημιουργία των γαμετών και κατά συνέπεια των κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών που εμφανίζουν οι απόγονοι.
- Να διακρίνουν τα χαρακτηριστικά των οργανισμών σε κληρονομικά και επίκτητα και να ορίζουν την κληρονομικότητα.
- Να κατανοούν και να διατυπώνουν τους νόμους του Μέντελ.
- Να αναγνωρίσουν τις μεταλλάξεις ως έναν μηχανισμό παραγωγής γενετικής ποικιλομορφίας.

5. Λογισμικό – συνδυασμός λογισμικών – άλλες πηγές.

Στο σενάριο αυτό συνδυάζεται το λογισμικό «ΒΙΟΛΟΓΙΑ Α' - Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ», το οποίο έχει σχεδιασθεί για να υποστηρίξει τη διδασκαλία της Βιολογίας της Γ' Γυμνασίου με το ΑΠΣ, με τις αντίστοιχες εργαστηριακές ασκήσεις («Παρατήρηση χρωμοσωμάτων» : άσκηση 9 του εργαστηριακού οδηγού, «Απομόνωση νουκλεϊκών οξέων»: άσκηση 10 του εργαστηριακού οδηγού και «Επέμβαση της τύχης στην δημιουργία γαμετών»: άσκηση 11 του εργαστηριακού οδηγού).

Στις ενότητες αυτές περιλαμβάνονται έννοιες και λειτουργίες ενδιαφέρουσες για τους μαθητές αλλά δυσνόητες και με αρκετές ορολογίες. Η διδασκαλία μέσα από το λογισμικό, με τις πολυμεσικές εφαρμογές που διαθέτει, βοηθά τους μαθητές να ανακαλύψουν πως πραγματοποιούνται αυτές οι λειτουργίες και να κατανοήσουν τις περισσότερες έννοιες. Με τις εργαστηριακές ασκήσεις εμπεδώνουν την γνώση αυτή με τρόπο βιωματικό και έρχονται σε επαφή με μικροσκοπικά οργανίδια τα οποία δεν θα μπορούσαν να προσεγγιστούν μέσα από την συμβατική διδασκαλία.

Τέλος χρησιμοποιούνται και 3D animation που «κυκλοφορούν» στο διαδίκτυο, ώστε να αποσαφηνιστούν πλήρως οι έννοιες αυτές.

Το σενάριο έχει την δυνατότητα να πραγματοποιηθεί ολόκληρο για την διδασκαλία του κεφαλαίου αλλά και να εφαρμοστεί τμηματικά σε ορισμένες μόνο διδακτικές ώρες.

6. Διάρκεια του σεναρίου

Για την πραγματοποίηση του σεναρίου απαιτούνται εννέα διδακτικές ώρες, όσες και προβλέπονται από το ΑΠΣ της βιολογίας Γ' Γυμνασίου, κατά τις οποίες πραγματοποιούνται τα παρακάτω φύλλα εργασίας :

1^η ώρα : Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα

2^η ώρα : Απομόνωση νουκλεϊκών οξέων από φυτικά κύτταρα

3^η ώρα : Δομή νουκλεϊκών οξέων – Αντιγραφή

4^η ώρα : Έκφραση της γενετικής πληροφορίας : Μεταγραφή-Μετάφραση

5^η ώρα : Αλληλόμορφα γονίδια

6^η ώρα : Κυτταρική διαίρεση : Μίτωση - Μείωση

7η ώρα : Επέμβαση της τύχης στη δημιουργία γαμετών

8η ώρα : Νόμοι του Μέντελ

9η ώρα : Μεταλλάξεις

7. Οργάνωση τάξης & απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Οι μαθητές μπορούν να εργαστούν στο σχολικό εργαστήριο Πληροφορικής σε ομάδες, χρησιμοποιώντας τα προγράμματα της ενότητας αυτής από το λογισμικό, αλλά και στο εργαστήριο φυσικών επιστημών στο οποίο θα πραγματοποιηθούν οι αντίστοιχες εργαστηριακές ασκήσεις.

Ολόκληρο το σενάριο μπορεί να πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο φυσικών επιστημών, εφόσον διαθέτει projector.

8. Περιγραφή και αιτιολόγηση του σεναρίου

1^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα

Σύμφωνα με τους διδακτικούς στόχους του ΑΠΣ Βιολογίας οι μαθητές καλούνται να συνδέσουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και λειτουργίες των διάφορων οργανισμών με τις πρωτεΐνες και κατ' επέκταση με το DNA, που αποτελεί το γενετικό τους υλικό αφού καθορίζει την δομή των πρωτεϊνών, με τα γονίδια στα οποία είναι αποθηκευμένες όλες οι «πληροφορίες» για τα χαρακτηριστικά αυτά.

Θα πρέπει να κατανοήσουν ότι σε κάποιες φάσεις της ζωής των ευκαρυωτικών κυττάρων, το DNA οργανώνεται σε χρωμοσώματα και να ανακαλύψουν τους λόγους για τους οποίους συμβαίνει αυτό. Το χρωμόσωμα πρέπει να γίνει αντιληπτό ως ένα σύστημα οργάνωσης του γενετικού υλικού αλλά και ως ένα σύνολο γονιδίων.

Θα διακρίνουν τα κύτταρα σε διπλοειδή και απλοειδή αναγνωρίζοντας ότι σε κάποιους οργανισμούς, όπως ο άνθρωπος, τα χρωμοσώματα εμφανίζονται σε ζεύγη ομολόγων. Θα γνωρίσουν τον καρυότυπο, ανακαλύπτοντας την χρησιμότητα του στην μελέτη των χρωμοσωμάτων. Τέλος θα διακρίνουν τα χρωμοσώματα σε αυτοσωμικά και φυλετικά, ανακαλύπτοντας πως καθορίζεται το φύλο στον άνθρωπο.

Τα χρωμοσώματα θα παρατηρηθούν μέσα από έτοιμα δείγματα με το οπτικό μικροσκόπιο του σχολικού εργαστηρίου. Οι διδασκόμενοι καλούνται να εξοικειωθούν στην χρήση του μικροσκοπίου και να ανακαλύψουν την χρησιμότητα του στην παρατήρηση μικροσκοπικών δομών.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο εργασίας «Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα»](#).

2^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Απομόνωση νουκλεϊκών οξέων από φυτικά κύτταρα

Οι διδασκόμενοι καλούνται να πραγματοποιήσουν την εργαστηριακή άσκηση : «Απομόνωση νουκλεϊκών οξέων από φυτικά κύτταρα», αφού χωριστούν σε ομάδες 4 μαθητών. Στόχος της άσκησης είναι να γνωρίσουν τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να απομονώσουμε τα νουκλεϊκά οξέα και συγκεκριμένα από τα κύτταρα της μπανάνας. Η διαδικασία αυτή βασίζεται σε συγκεκριμένο πρωτόκολλο απομόνωσης των νουκλεϊκών οξέων, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ζωικά κύτταρα και η μπανάνα επιλέχθηκε λόγω της ευκολίας που παρουσιάζει, σε σχέση με άλλους φυτικούς οργανισμούς, για την συγκεκριμένη διαδικασία.

Εξηγείται ο λόγος που χρησιμοποιούμε το κάθε υλικό στην διαδικασία, ενώ καλούνται να ανακαλέσουν γνώσεις που διδάχτηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια ή τάξεις, όσον αφορά την δομή του κυττάρου. Έτσι έρχονται σε μια πρώτη επαφή με τα νουκλεϊκά οξέα, γνωρίζοντας ποια είναι αυτά, ενώ την δομή τους θα την διδαχτούν σε επόμενη ενότητα.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο εργασίας «Απομόνωση νουκλεϊκών οξέων από φυτικά κύτταρα »](#).

3^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Δομή νουκλεϊκών οξέων - Αντιγραφή

Μέσα από το λογισμικό οι μαθητές καλούνται να γνωρίσουν την δομή των νουκλεϊκών οξέων που γνώρισαν την προηγούμενη διδακτική ώρα. Οι πολυμεσικές εφαρμογές του λογισμικού παρουσιάζουν στους διδασκόμενους την μορφή και την δομή του DNA. Θα γνωρίσουν ότι έχει την μορφή διπλής έλικας, καθώς και την χημική σύσταση της δομικής του μονάδας, του νουκλεοτιδίου. Καλούνται να ανακαλύψουν τον ρόλο της συμπληρωματικότητας των βάσεων στην μορφή του, αφού λόγω των δυνάμεων ανάμεσα στις βάσεις αυτές συνδέονται οι δύο αλυσίδες. Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι λόγω των πολλών τρόπων που μπορούν να συνδυαστούν τα διαφορετικά νουκλεοτίδια του DNA, αν και είναι μόνο 4, το DNA του κάθε ατόμου είναι μοναδικό.

Ακολούθως παρουσιάζεται η δομή και η μορφή του RNA ενώ τους ζητείται να ανακαλύψουν τις δομικές και μορφολογικές του διαφορές του με το DNA.

Το πρόγραμμα ολοκληρώνεται με την διαδικασία αντιγραφής του DNA. Αρχικά γίνεται έλεγχος των αντιλήψεων των μαθητών για την αναγκαιότητα της διαδικασίας. Μέσα από τις εφαρμογές του λογισμικού καλούνται να γνωρίσουν την διαδικασία σε κάθε βήμα της. Η αντιγραφή θα πρέπει να γίνει αντιληπτή ως μια διαδικασία απαραίτητη για την μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο Εργασίας «Δομή νουκλεϊκών οξέων - Αντιγραφή»](#).

4^Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Έκφραση της γενετικής πληροφορίας: Μεταγραφή - Μετάφραση

Οι μαθητές καλούνται να ανακαλέσουν προγενέστερες γνώσεις στην σχέση των χαρακτηριστικών του κάθε οργανισμού και στην δομή των πρωτεϊνών, η οποία καθορίζεται από το DNA που περιέχει τις γενετικές του πληροφορίες σε συγκεκριμένα τμήματά του, τα γονίδια. Μέσα από το λογισμικό παρουσιάζεται ο μηχανισμός της μεταγραφής, με κινούμενη αναπαράσταση, ενώ η εφαρμογή επικεντρώνεται σχηματικά στις θέσεις που βρίσκεται το γενετικό υλικό και αντίστοιχα στη θέση που γίνεται η σύνθεση των πρωτεϊνών, ώστε οι μαθητές να ανακαλύψουν τον λόγο για τον οποίο γίνεται η μεταγραφή. Η διαδικασία της μεταγραφής, όπως και αυτή της μετάφρασης, που παρουσιάζεται παρακάτω, θα πρέπει να γίνουν αντιληπτές ως μέρη μιας ευρύτερης λειτουργίας, που είναι η έκφραση της γενετικής πληροφορίας, με απώτερο σκοπό την δημιουργία πρωτεϊνών.

Στην συνέχεια οι διδασκόμενοι καλούνται να γνωρίσουν τα διάφορα είδη RNA, τις λειτουργίες που επιτελούν καθώς και την θέση στην οποία συνεργάζονται για την σύνθεση των πρωτεϊνών.

Τέλος, παρουσιάζεται η λειτουργία με την οποία ολοκληρώνεται η έκφραση της γενετικής πληροφορίας, η μετάφραση. Η παρουσίαση γίνεται τόσο σχηματικά όσο και με animation, προσομοιώνοντας μια δυσνόητη διαδικασία για τους μαθητές. Στην λειτουργία της μετάφρασης εμπλέκονται δύσκολες έννοιες για το επίπεδο των μαθητών, όπως ο γενετικός κώδικας, τα κωδικόνια κλπ. Οι μαθητές καλούνται να γνωρίσουν την διαδικασία, κατανοώντας ότι την χωρίζουμε σε στάδια για την καλύτερη μελέτη της, ενώ θα πρέπει να αναγνωρίσουν την σημασία της συμπληρωματικότητας και στην λειτουργία αυτή.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο Εργασίας «Έκφραση της γενετικής πληροφορίας : Μεταγραφή - Μετάφραση](#) .

5^Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Αλληλόμορφα γονίδια

Οι μαθητές έχουν διδαχθεί την έννοια του γονιδίου, συνδέοντας την με τα χαρακτηριστικά του οργανισμού. Γνώρισαν την διαδικασία με την οποία η πληροφορία, από την θέση που βρίσκεται αποθηκευμένη στο γενετικό υλικό, φτάνει στα ριβοσώματα για να εκφραστεί σαν πρωτεΐνη. Στην ενότητα αυτή καλούνται να ασχοληθούν με τους διπλοειδείς οργανισμούς, όπως ο άνθρωπος, στους οποίους όπως έχουν μάθει τα χρωμοσώματα εμφανίζονται σαν ζεύγη, άρα και τα γονίδια που αυτά φέρουν για κάθε χαρακτηριστικό. Θα πρέπει να κατανοήσουν, πως όπως κληρονομούν τα ομόλογα χρωμοσώματα, ένα από κάθε γονέα, έτσι κληρονομούν και τα αλληλόμορφα γονίδια. Καλούνται να θυμηθούν πως ενώ τα σωματικά κύτταρα του ανθρώπου είναι διπλοειδή, οι γαμέτες είναι απλοειδείς, οπότε ο κάθε γονέας κληροδοτεί μόνο το ένα από τα δύο αλληλόμορφα στους απογόνους του. Τα γονίδια αυτά καθορίζουν κάποιο χαρακτηριστικό αλλά η έκφραση τους αυτή μπορεί να είναι διαφορετική για το χαρακτηριστικό αυτό. Έτσι θα γνωρίσουν τις έννοιες ομόζυγο και ετερόζυγο άτομο, επικρατές και υπολειπόμενο γονίδιο. Θα πρέπει να αντιληφθούν πως ένα υπολειπόμενο εκφράζεται μόνο σε ομόζυγη κατάσταση, ενώ σε ετερόζυγη η έκφραση του πάντα επικαλύπτεται από το επικρατές.

Μέσα από το λογισμικό οι μαθητές έρχονται σε μια πρώτη επαφή με την έννοια της κληρονομικότητας, τους νόμους της οποίας θα διδαχθούν σε επόμενη ενότητα. Όπως κληρονομούνται διάφορα χαρακτηριστικά έτσι μπορούν να κληρονομηθούν και διάφορες ασθένειες. Γνωρίζοντας πως κληρονομούνται οι ασθένειες αυτές, καλούνται να διακρίνουν τους τύπους κληρονομικότητας.

Έτσι υπάρχουν ασθένειες που οφείλονται σε υπολειπόμενο γονίδιο και κληρονομούνται με υπολειπόμενο τρόπο. Θα γνωρίσουν ότι κάποιο άτομο μπορεί να φέρει το παθογόνο γονίδιο χωρίς να ασθενεί ενώ υπάρχει κάποια πιθανότητα το γονίδιο αυτό να κληρονομηθεί από κάποιους απογόνους του. Εάν συμβεί το ίδιο και με το παθογόνο γονίδιο και από τον άλλο γονέα, το παιδί θα εμφανίσει την ασθένεια αυτή. Θα πρέπει να γίνει κατανοητό πως κάθε γέννα είναι ανεξάρτητο γεγονός και κάθε παιδί, ενός ζευγαριού, έχει την ίδια πιθανότητα να εμφανίσει μια ασθένεια που κληρονομείται με υπολειπόμενο τρόπο.

Ομοίως θα γνωρίσουν τον επικρατή τρόπο κληρονομικότητας. Σε αντίθεση με τον προηγούμενο τρόπο, εδώ το παθογόνο γονίδιο είναι επικρατές, οπότε ένα τέτοιο γονίδιο κληροδοτείται στους απογόνους μόνο από ασθενές άτομο.

Η ενότητα προσφέρεται για συζήτηση στην τάξη, με θέμα τον προγεννητικό έλεγχο. Οι μαθητές θα πρέπει να αναγνωρίσουν την αξία του προγεννητικού ελέγχου, στην διάγνωση ασθενειών και στην λήψη σημαντικών αποφάσεων που πιθανόν θα κληθούν να πάρουν στην μελλοντική τους ζωή, ενώ καλούνται να διερευνήσουν ποιες είναι οι ασθένειες που συνήθως ελέγχονται.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο Εργασίας «Αλληλόμορφα γονίδια»](#).

6^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Κυτταρική διαίρεση : Μίτωση -Μείωση

Τα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού παρουσιάζουν διαφορετικό σχήμα και είναι εξειδικευμένα σε διαφορετικές λειτουργίες. Αυτό δημιουργεί την λανθασμένη αντίληψη πως περιέχουν διαφορετικό γενετικό υλικό. Οι μαθητές θα πρέπει να θυμηθούν πως όλα τα κύτταρα προέρχονται από τον πολλαπλασιασμό ενός και μόνο κυττάρου του ζυγωτού. Στην ενότητα αυτή επιχειρείται να γνωρίσουν τον μηχανισμό με τον οποίο πολλαπλασιάζονται τα κύτταρα, την κυτταρική διαίρεση. Θα πρέπει να κατανοήσουν πως η κυτταρική διαίρεση συμβαίνει σε όλη την ζωή ενός ατόμου και να την συνδέσουν με την ανάπτυξη του ατόμου.

Ο πρώτος τύπος κυτταρικής διαίρεσης είναι η μίτωση, η διαδικασία με την οποία πολλαπλασιάζονται τα σωματικά κύτταρα του ανθρώπου. Οι μαθητές θα πρέπει να ανακαλέσουν γνώσεις που απέκτησαν σε προηγούμενες ενότητες, όπως η αντιγραφή και να γνωρίσουν τα στάδια της μίτωσης μέσα από animation του λογισμικού. Επιχειρείται να ανακαλύψουν πως ο βασικός σκοπός είναι ο πολλαπλασιασμός των κυττάρων, δηλαδή η παραγωγή πιστών αντιγράφων του μητρικού κυττάρου.

Η μείωση, ο τρόπος παραγωγής των γαμετών, παρουσιάζεται ως μια εξελιγμένη μορφή κυτταρικής διαίρεσης που πραγματοποιείται στα γεννητικά κύτταρα των ανώτερων οργανισμών. Οι διδασκόμενοι θα πρέπει να γνωρίσουν τα βασικά σημεία της διαδικασίας, να αντιληφθούν τις διαφορές με την μίτωση και να ανακαλύψουν ποια από

τα κύτταρα που προκύπτουν είναι απλοειδή αναγνωρίζοντας τον σκοπό του μοιράσματος του γενετικού υλικού.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο Εργασίας «Μίτωση - Μείωση»](#).

7^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Επέμβαση της τύχης στη δημιουργία γαμετών

Οι μαθητές γνώρισαν την διαδικασία της μείωσης στην προηγούμενη ενότητα, μέσα από το λογισμικό, σαν μια διαδικασία παραγωγής γαμετών στον ανθρώπινο οργανισμό. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο μοιράζεται το γενετικό υλικό στους γαμέτες, άρα και τα χαρακτηριστικά τα οποία πρόκειται να κληροδοτηθούν, μέσω των γαμετών, στους απογόνους.

Οι μαθητές καλούνται να αναρωτηθούν πως είναι δυνατόν τα αδέρφια που προέρχονται από γαμέτες των ίδιων γονέων, να παρουσιάζουν τόσες διαφορές στα χαρακτηριστικά τους. Θα πρέπει να συνδέσουν τα χαρακτηριστικά που θα κληρονομήσει ο κάθε απόγονος με τα χρωμοσώματα που φέρει ο κάθε γαμέτης. Τα χρωμοσώματα θα πρέπει να αναγνωριστούν ως φορείς χαρακτηριστικών και να συνδεθούν με την κληρονομικότητα. Καλούνται λοιπόν να ανακαλύψουν ποιος καθορίζει τον συνδυασμό χρωμοσωμάτων στον κάθε γαμέτη. Αυτό επιχειρείται να επιτευχθεί μέσα από την εργαστηριακή άσκηση 11 του εργαστηριακού οδηγού.

Εργάζονται σε ομάδες, με μοντέλα χρωμοσωμάτων που θα πρέπει να κατασκευάσουν πριν την πραγματοποίηση της δραστηριότητας. Για την άσκηση χρησιμοποιούνται 3 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων, διαφορετικού χρώματος, το κάθε χρωμόσωμα. Επιχειρούμε να συνδέσουμε το χρώμα με τα χαρακτηριστικά που φέρει το κάθε χρωμόσωμα, άρα διαφορετικό χρώμα ισοδυναμεί με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Χρησιμοποιούν προσομοιώματα κυττάρων από τις διάφορες φάσεις της μείωσης, κατασκευασμένα από χαρτόνι, όπου στο καθένα θα αναφέρεται η αντίστοιχη φάση, καθώς και πληροφορίες γι' αυτήν.

Εκτελώντας τις φάσεις της μείωσης και συγκρίνοντας τους γαμέτες που δημιούργησαν με αυτούς των άλλων ομάδων, θα πρέπει να ανακαλύψουν το τυχαίο του συνδυασμού των χρωμοσωμάτων κατά την δημιουργία γαμετών. Καλούνται να υπολογίσουν, με την βοήθεια του διδάσκοντα, το τεράστιο πλήθος των πιθανών γαμετών που μπορούν να προκύψουν.

Οι μαθητές θα πρέπει να αναγνωρίσουν πως οι απόγονοι κληρονομούν, από κάθε γονέα, μόνο ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του, τα περισσότερα από τα οποία είναι διαφορετικά από αυτά που θα κληρονομήσει ένας άλλος απόγονος των ίδιων γονέων.

Τέλος η ενότητα προσφέρεται για διερεύνηση από τους μαθητές, της περίπτωσης των διδύμων και για συζήτηση στην τάξη.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο εργασίας «Επέμβαση της τύχης στη δημιουργία γαμετών»](#).

8^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Νόμοι του Μέντελ

Οι μαθητές έχουν γνωρίσει την κληρονομικότητα σε προηγούμενες ενότητες, καθώς και τις έννοιες αλληλόμορφα γονίδια, ομόζυγο και

ετερόζυγο άτομο, τις οποίες θα χρειαστεί να ανακαλέσουν στην ενότητα αυτή. Μέσα από το λογισμικό επιχειρείται να γνωρίσουν τα πειράματα που πραγματοποίησε ο Μέντελ τον 19^ο αιώνα, για να διατυπώσει τους νόμους της κληρονομικότητας.

Φυσικά όλα τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού δεν είναι κληρονομικά. Ορισμένα αποκτώνται κατά την διάρκεια της ζωής του ατόμου. Οι μαθητές καλούνται να διακρίνουν ποια από τα χαρακτηριστικά που τους δίνονται είναι επίκτητα και ποια κληρονομικά.

Η πειραματική διαδικασία του Μέντελ περιγράφεται, με την βοήθεια κινούμενων αναπαραστάσεων, αναλυτικά, ενώ ταυτόχρονα εξηγούνται τα κύρια σημεία της. Οι μαθητές καλούνται να έρθουν στην θέση του Μέντελ, ο οποίος δεν γνώριζε για τα γονίδια που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα των λουλουδιών του μοσχομπίζελου. Θα πρέπει να ανακαλύψουν τους γονότυπους τόσο των ατόμων της πατρικής γενιάς, όσο και αυτούς των ατόμων των θυγατρικών, αφού αναγνωρίσουν ποιο αλληλόμορφο είναι το επικρατές και ποιο το υπολειπόμενο.

Μελετώντας τα πειράματα αυτά με αυτήν την λογική, ο κάθε γονότυπος συνδυάζεται με τον αντίστοιχο φαινότυπο, με αποτέλεσμα να μην αποτελεί για τους μαθητές απλά ζεύγη γραμμών.

Το πρόγραμμα ολοκληρώνεται με την διατύπωση των δύο νόμων που αφορούν την κληρονομικότητα και προκύπτουν άμεσα από τα παραπάνω πειράματα.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο Εργασίας «Νόμοι του Μέντελ»](#).

9^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ : Μεταλλάξεις

Η έννοια των μεταλλάξεων είναι γνωστή στους μαθητές, σαν κάτι επιβλαβές για τους οργανισμούς και φυσικά πολλοί από αυτούς δεν την συνδέουν με το γενετικό υλικό και τις λειτουργίες του. Προσπαθούμε λοιπόν να διερευνήσουμε τις αντιλήψεις αυτές, μέσα από συζήτηση που προκαλούμε στην αρχή της ενότητας.

Οι μαθητές θα γνωρίσουν τις μεταλλάξεις ως τυχαία λάθη που συμβαίνουν κατά τις λειτουργίες του γενετικού υλικού. Θα γνωρίσουν τις αιτίες που προκαλούν τις μεταλλάξεις, με κείμενο και εικόνες, ενώ καλούνται να ανακαλύψουν ότι μπορούν να συμβούν σε όλα τα κύτταρα του ανθρώπου.

Δίνουμε βαρύτητα στην σημασία των μεταλλάξεων ως αιτία δημιουργίας γενετικής ποικιλότητας και παρακινούμε τους μαθητές να συνδέσουν τις μεταλλάξεις με την εξέλιξη των οργανισμών.

Τέλος παρουσιάζονται οι κατηγορίες των μεταλλάξεων με συγκεκριμένα παραδείγματα. Οι μαθητές θα πρέπει να κατανοήσουν ότι αυτές οι τυχαίες αλλαγές του γενετικού υλικού μπορούν να συμβούν στις διάφορες φάσεις της ζωής των κυττάρων και να αναγνωρίσουν την βαρύτητα ορισμένων από αυτές στη ζωή του ανθρώπου.

Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας να χρησιμοποιηθεί το [Φύλλο Εργασίας «Μεταλλάξεις»](#).

9. Φύλλα εργασίας

1. Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα.

Περιλαμβάνει 4 εργασίες, τις 3 πρώτες μέσα από το λογισμικό ενώ η τέταρτη περιλαμβάνει την εργαστηριακή άσκηση 9, του εργαστηριακού οδηγού.

Στην πρώτη εργασία συνδέονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των οργανισμών με τις πρωτεΐνες. Μέσα από το λογισμικό, παρουσιάζονται διάφορες πρωτεΐνες που υπάρχουν στον ανθρώπινο οργανισμό ενώ εξηγείται ο τρόπος σχηματισμού τους από τα αμινοξέα. Συνδέεται η δομή και η δράση τους με την σειρά των αμινοξέων η οποία καθορίζεται από συγκεκριμένα τμήματα του γενετικού υλικού, τα γονίδια.

Η δεύτερη εργασία αναφέρεται στα χρωμοσώματα. Με animation, μέσα από το λογισμικό, εξηγείται ο τρόπος σχηματισμού των, σε ορισμένη φάση του κυτταρικού κύκλου. Παρουσιάζονται διάφοροι οργανισμοί, φυτικοί και ζωικοί, με τον αριθμό των χρωμοσωμάτων που φέρουν τα κύτταρα των οργανισμών αυτών. Το λογισμικό επικεντρώνεται στους γαμέτες του ανθρώπου, οι οποίοι φέρουν τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων από τα σωματικά κύτταρα και παρουσιάζοντας τον τρόπο με τον οποίο αυτά συνενώνονται κατά την δημιουργία του ζυγωτού, κατατάσσει τα ανθρώπινα κύτταρα σε απλοειδή και διπλοειδή. Στα διπλοειδή κύτταρα τα χρωμοσώματα παρουσιάζονται ως ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων και ζητείται να βρεθεί η προέλευση αυτών.

Στην τρίτη εργασία εξηγείται ο τρόπος κατασκευής του καρυότυπου και η σημασία του για την μελέτη των χρωμοσωμάτων του ανθρώπου. Μέσα από τον καρυότυπο διακρίνονται τα χρωμοσώματα σε αυτοσωμικά και φυλετικά και με παραδείγματα διασταυρώσεων εξηγείται πως τα φυλετικά καθορίζουν το φύλο του ατόμου, παρουσιάζοντας και από ποιον γονέα κληρονομούνται αυτά.

Τέλος ζητείται από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν την άσκηση 9 του εργαστηριακού οδηγού της Γ' Γυμνασίου «Παρατήρηση χρωμοσωμάτων». Οι μαθητές παρατηρούν τα έτοιμα δείγματα με ανθρώπινα χρωμοσώματα στις διάφορες μεγεθύνσεις και τους ζητείται να ανακαλύψουν τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των χρωμοσωμάτων.

2. Απομόνωση νουκλεϊκών οξέων από φυτικά κύτταρα.

Περιγράφεται η εργαστηριακή άσκηση 10 του εργαστηριακού οδηγού, όπου ζητείται η απομόνωση νουκλεϊκών οξέων από τα κύτταρα της μπανάνας. Η άσκηση βασίζεται σε συγκεκριμένο πρωτόκολλο, προσαρμοσμένο έτσι ώστε να πραγματοποιείται με τα μέσα που διαθέτει το ΣΕΦΕ. Παρουσιάζεται η διαδικασία βήμα-βήμα, ώστε να πραγματοποιείται ταυτόχρονα από τις ομάδες των μαθητών ή τον διδάσκοντα, εφόσον πραγματοποιηθεί με επίδειξη. Στο τέλος εξηγείται η αναγκαιότητα του κάθε υλικού και κάθε βήματος που ακολουθήθηκε.

Με συγκεκριμένες ερωτήσεις ελέγχεται η κατανόηση της διαδικασίας που ακολουθήθηκε.

3. Δομή νουκλεϊκών οξέων - Αντιγραφή.

Περιλαμβάνει 3 εργασίες για τους μαθητές.

Η πρώτη αφορά την δομή του DNA. Μέσα από ένα animation του λογισμικού παρουσιάζεται η διπλή έλικα του DNA, καθώς και οι δομικές μονάδες κάθε έλικας, τα νουκλεοτίδια. Αναλύεται η δομή των νουκλεοτιδίων και τι είναι αυτό που τα διαφοροποιεί. Η παρουσίαση επικεντρώνεται στην συμπληρωματικότητα των βάσεων, η οποία παίζει βασικό ρόλο σε όλες τις λειτουργίες του γενετικού υλικού.

Στην δεύτερη εργασία αφού παρουσιαστεί το RNA ζητείται από τους μαθητές να ανακαλύψουν τις δομικές και μορφολογικές του διαφορές με το DNA.

Τέλος περιγράφεται η διαδικασία της αντιγραφής. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζεται τόσο μέσα από κινούμενη αναπαράσταση όσο και με στατικές εικόνες, βήμα-βήμα.

4. Το φύλλο εργασίας: Έκφραση της γενετικής πληροφορίας: Μεταγραφή - Μετάφραση .

Περιλαμβάνει 3 εργασίες από αντίστοιχες εφαρμογές του λογισμικού Βιολογία Α' - Γ' Γυμνασίου.

Στην πρώτη εργασία, παρουσιάζεται η διαδικασία της μεταγραφής, τόσο σχηματικά όσο και με κινούμενη αναπαράσταση, δίνοντας πληροφορίες για την θέση που γίνεται η διαδικασία, τον μηχανισμό και τον λόγο για τον οποίο πραγματοποιείται, συνδέοντας την διαδικασία αυτή με την επόμενη που ολοκληρώνει την έκφραση της γενετικής πληροφορίας, την μετάφραση, καθώς και με έννοιες που έχουν διδαχθεί σε προηγούμενες ενότητες, όπως πρωτεΐνες, γενετική πληροφορία, γονίδια κλπ.

Η δεύτερη εργασία αφορά τα διάφορα είδη RNA. Η εφαρμογή παρουσιάζει τα είδη, εξηγώντας ταυτόχρονα την λειτουργία τους σχηματικά, ενώ συνδέει την δομή τους με τον ρόλο τους στην σύνθεση των πρωτεϊνών.

Τέλος στην τρίτη εργασία παρουσιάζεται η μετάφραση. Όπως και η μεταγραφή, έτσι και εδώ εξηγούνται τα διάφορα στάδια της, τόσο σχηματικά όσο και μέσα από κινούμενη αναπαράσταση, δίνοντας πληροφορίες για κάθε βήμα χωριστά.

5. Το φύλλο εργασίας: Αλληλόμορφα γονίδια.

Περιλαμβάνει 3 εργασίες που πραγματοποιούνται μέσα από το λογισμικό της βιολογίας.

Στην πρώτη εργασία παρουσιάζονται τα αλληλόμορφα γονίδια, ως φορείς χαρακτηριστικών, καθώς και οι έννοιες ομόζυγο και ετερόζυγο άτομο. Η εφαρμογή παρουσιάζει σε κάθε βήμα την κληροδότηση αυτών των γονιδίων στους απογόνους, καθώς και τους πιθανούς συνδυασμούς αυτών στο ζυγωτό. Τέλος αναλύονται οι έννοιες φαινότυπος και γονότυπος με συγκεκριμένο παράδειγμα.

Στην δεύτερη εργασία παρουσιάζεται ο υπολειπόμενος τρόπος κληρονομικότητας. Η παρουσίαση επικεντρώνεται σε ασθένειες που κληρονομούνται με αυτόν τον τρόπο. Έτσι αφού παρουσιαστεί η διασταύρωση δύο φορέων μιας τέτοιας ασθένειας, αναλύεται ο γονότυπος και ο φαινότυπος των πιθανών απογόνων καθώς και η πιθανότητα να γεννηθεί άτομο που ασθενεί. Μέσα από το λογισμικό παρουσιάζεται συγκεκριμένη ασθένεια που κληρονομείται με τον τρόπο αυτόν ενώ ζητείται από τους μαθητές να βρουν πληροφορίες για την ασθένεια αυτή.

Τέλος στην τρίτη εργασία παρουσιάζεται ο επικρατής τρόπος κληρονομικότητας και πάλι με ασθένειες που κληρονομούνται με αυτόν τον τρόπο. Ακολουθείται η ίδια λογική με την προηγούμενη εργασία, μόνο που εδώ παρουσιάζεται η διασταύρωση ενός ατόμου που ασθενεί με ένα υγιές άτομο.

Το φύλλο εργασίας κλείνει εισάγοντας την έννοια του προγεννητικού ελέγχου, δίνοντας την αφορμή για συζήτηση στην τάξη αλλά και για περαιτέρω διερεύνηση των μαθητών.

6. Το φύλλο εργασίας: *Κυτταρική διαίρεση : Μίτωση - Μείωση.*

Περιλαμβάνει 2 εργασίες, μια για κάθε τύπο κυτταρικής διαίρεσης. Αρχικά διερευνώνται οι αντιλήψεις των μαθητών για την σχέση που υπάρχει στο γενετικό υλικό των κυττάρων ενός οργανισμού, καλώντας τους να συζητήσουν τις απόψεις τους στην τάξη. Καλούμε τους μαθητές να γνωρίσουν την κυτταρική διαίρεση σαν πολλαπλασιασμό των κυττάρων ενός οργανισμού, συνδέοντας την με την ανάπτυξη του οργανισμού.

Στην πρώτη εργασία παρουσιάζεται η μίτωση, ως ο βασικός τύπος πολλαπλασιασμού των κυττάρων. Ξεκινώντας από την αντιγραφή του γενετικού υλικού, παρουσιάζεται η διαδικασία σε κάθε φάση της, μέσα από κινούμενη αναπαράσταση του λογισμικού.

Στην δεύτερη παρουσιάζεται η μείωση, ως μια εξελιγμένη μορφή κυτταρικής διαίρεσης, μέσω της οποίας παράγονται οι γαμέτες των ανώτερων οργανισμών. Και εδώ χρησιμοποιείται animation του λογισμικού, όπου φαίνονται αναλυτικά και οι δύο φάσεις της διαδικασίας.

Και οι δύο εργασίες ζητούν από τους μαθητές να ανακαλύψουν τον σκοπό για τον οποίο πραγματοποιούνται οι δύο διαδικασίες αλλά και τις διαφορές καθώς και τις ομοιότητες που παρουσιάζουν.

7. Το φύλλο εργασίας: *Επέμβαση της τύχης στη δημιουργία γαμετών.*

Περιγράφεται η εργαστηριακή άσκηση 11 του εργαστηριακού οδηγού.

Αφού οριστεί η έννοια της κληρονομικότητας, προτρέπουμε τους μαθητές να αναρωτηθούν για τις διαφορές που παρουσιάζουν τα αδέρφια, αν και προέρχονται από τους ίδιους γονείς.

Αναλύεται και πάλι η διαδικασία της μείωσης, με animation από το διαδίκτυο, σε κάθε φάση της.

Η εργαστηριακή άσκηση θα πραγματοποιηθεί με μοντέλα χρωμοσωμάτων, από ομάδες 4 μαθητών. Τους καλούμε να αναπαραστήσουν το άωρο γεννητικό κύτταρο πριν και μετά την αντιγραφή, τα κύτταρα στην φάση της πρώτης και δεύτερης μετάφασης, καθώς και τους γαμέτες που προκύπτουν. Η διαδικασία εξηγείται με εικόνες μέσα από το φύλλο εργασίας, ενώ τους καθοδηγούμε να διαχωρίσουν τα ομόλογα χρωμοσώματα με διαφορετικό τρόπο από αυτόν που παρουσιάζεται στο φύλλο εργασίας. Οι ομάδες θα πρέπει να συγκρίνουν τα χρωμοσώματα που περιέχονται στους γαμέτες που προέκυψαν, ώστε να φανεί το τυχαίο στον συνδυασμό των χρωμοσωμάτων κατά την μείωση, ενώ τους βοηθούμε

να αντιληφθούν τον τεράστιο αριθμό διαφορετικών γαμετών που είναι δυνατόν να προκύψουν.

Στο τέλος της άσκησης, ξανατίθεται το ερώτημα για τις διαφορές που παρουσιάζει ένα άτομο στα χαρακτηριστικά του, τόσο με τους γονείς του όσο και με τα αδέρφια του. Εξηγείται πως μόνο τα μονοωικά δίδυμα έχουν ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά και τους καθοδηγούμε να βρουν πληροφορίες γι' αυτήν την περίπτωση διδύμων.

8. Το φύλλο εργασίας: Οι νόμοι του Mendel

Περιλαμβάνονται δύο εργασίες, μια για κάθε νόμο.

Πριν την παρουσίαση των νόμων του Mendel, που αφορούν την κληρονομικότητα, παρουσιάζεται ο ρόλος του περιβάλλοντος στην διαμόρφωση των χαρακτηριστικών ενός ατόμου. Έτσι διακρίνονται τα χαρακτηριστικά σε κληρονομικά και επίκτητα, ζητώντας από τους μαθητές να κατατάξουν ορισμένα από αυτά τα χαρακτηριστικά στις δύο κατηγορίες.

Στην πρώτη εργασία, παρουσιάζεται το πείραμα που πραγματοποίησε ο Mendel, πάνω στο μωσχομπίζελο, για να μελετήσει πως κληρονομείται το χρώμα των λουλουδιών του. Ο Mendel μελέτησε την κληρονομηση των χαρακτηριστικών, χωρίς να γνωρίζει την ύπαρξη των αλληλόμορφων γονιδίων, που καθορίζουν αυτά τα χαρακτηριστικά. Έτσι και μέσα από το λογισμικό, παρουσιάζονται μόνο οι φαινότυποι των ατόμων που χρησιμοποιούνται στο πείραμα. Η διαδικασία παρουσιάζεται αναλυτικά, εξηγώντας και τον τρόπο γονιμοποίησης που ακολούθησε και τα υλικά που χρησιμοποίησε. Αυτό που διαπιστώνεται στο πείραμα είναι το γεγονός ότι διασταυρώνοντας αμιγή στελέχη, με διαφορετικό χρώμα, όλοι οι απόγονοι φέρουν το ένα από τα δύο μόνο χρώματα. Κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν και οι γονότυποι των ατόμων που παίρνουν μέρος στο πείραμα, εξηγώντας τα αποτελέσματα που διαπίστωσε ο Mendel κατά την πραγματοποίηση του πειράματος. Η εφαρμογή τελειώνει με την διατύπωση του 1^{ου} νόμου που διατύπωσε ο Mendel για την κληρονομικότητα.

Στην δεύτερη εργασία, παρουσιάζεται η διασταύρωση των υβριδικών στελεχών μεταξύ τους. Αφού παρουσιαστούν οι αναλογίες των φαινοτύπων των απογόνων της διασταύρωσης αυτής, ζητούμε από τους μαθητές να ανακαλύψουν τους γονότυπους των ατόμων αυτών, με σκοπό να μπορούν να αντιμετωπίσουν παρόμοια προβλήματα μονοϋβριδισμού. Η εφαρμογή τελειώνει με την παρουσίαση του 2^{ου} νόμου του Mendel.

9. Το φύλλο εργασίας: Μεταλλάξεις

Περιλαμβάνονται τρεις εργασίες, όλες μέσα από το λογισμικό της βιολογίας.

Αρχικά διερευνούμε τις αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές πάνω στις μεταλλάξεις και την σημασία τους, προκαλώντας συζήτηση στην τάξη. Στην πρώτη εργασία εξηγείται ο όρος μετάλλαξη και αναλύονται οι παράγοντες που μπορούν να τις προκαλέσουν. Συνδέουμε την μετάλλαξη με τα χαρακτηριστικά που μπορεί να εμφανίσει ένας οργανισμός, τα οποία φυσικά και θα είναι τροποποιημένα.

Η σημασία των μεταλλάξεων, στην δεύτερη εργασία, συνδέεται με την δημιουργία γενετικής ποικιλομορφίας και την εξέλιξη των οργανισμών. Κατευθύνουμε τους μαθητές να διαπιστώσουν ότι

μεταλλάξεις μπορούν να συμβούν τόσο σε σωματικά κύτταρα, κάτι που αφορά τον ίδιο τον οργανισμό, όσο και σε γεννητικά κύτταρα που αφορά και τους απογόνους του, αφού θα κληρονομήσουν από αυτόν το γεννητικό υλικό.

Στην τελευταία εργασία παρουσιάζονται οι κατηγορίες των μεταλλάξεων. Σε κάθε κατηγορία αναφέρεται και συγκεκριμένο παράδειγμα, αναλύοντας τα συμπτώματα που παρουσιάζουν τα άτομα που φέρουν αυτές τις μεταλλάξεις.

10. Πρόσθετες πληροφορίες

Επιλογές Διαδικτυακών Τόπων

(ημερομηνία τελευταίου ελέγχου: 25/01/2011)

<http://pi-schools.sch.gr/software/gymnasio/viologia>

Η διεύθυνση του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου από την οποία μπορείτε να κατεβάσετε στον υπολογιστή σας το λογισμικό «Βιολογία Α'-Γ' Γυμνασίου».

<http://www.cellsalive.com>

Δραστηριότητα σχετική με την κυτταρική διαίρεση (μίτωση – μείωση)

<http://www.dnafb.org>

Δραστηριότητες σχετικές με την αντιγραφή, μεταγραφή, μετάφραση και ασκήσεις στους νόμους του Mendel.

<http://gslc.genetics.utah.edu/units/basics>

Animation σχετικά με την γενετική από το πανεπιστήμιο της Γιούτα.