



**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Βασικές Βιοϊατρικές Επιστήμες (BBE)»**

**Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης (ΜΔΕ)**

**«Σύγχρονη διδακτική προσέγγιση και δημιουργική  
διδασκαλία της Γενετικής και της Βιολογίας στη Μέση  
Εκπαίδευση»**

Όνοματεπώνυμο: Τάτση Αικατερίνη

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Σύρρου Μαρίκα

Καθ. Γεν. Βιολογίας / Ιατρικής Γενετικής, Τμήμα Ιατρικής Σχολή Επιστημών Υγείας,  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ιωάννινα, Απρίλιος 2022



**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Βασικές Βιοϊατρικές Επιστήμες (BBE)»**

**Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης (ΜΔΕ)**

**«Σύγχρονη διδακτική προσέγγιση και δημιουργική  
διδασκαλία της Γενετικής και της Βιολογίας στη Μέση  
Εκπαίδευση»**

Όνοματεπώνυμο: Τάτση Αικατερίνη

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Σύρρου Μαρίκα, Καθ. Γεν. Βιολογίας /Ιατρικής  
Γενετικής, Τμήμα Ιατρικής Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ιωάννινα, Απρίλιος 2022

«Η έγκριση της Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης από το Τμήμα Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού Τμήματος)».

**Όνοματεπώνυμο:** Τάτση Αικατερίνη

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Βασικές Βιοϊατρικές Επιστήμες (BBE)»

Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης (ΜΔΕ)

**Τίτλος διπλωματικής εργασίας:** «Σύγχρονη διδακτική προσέγγιση και δημιουργική διδασκαλία της Γενετικής και της Βιολογίας στη Μέση Εκπαίδευση».

**Ημερομηνία παρουσίασης:** 01-04-2022

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Σύρρου Μαρίκα, Καθ. Γεν. Βιολογίας /Ιατρικής Γενετικής, Τμήμα Ιατρικής Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

**Τριμελής εξεταστική επιτροπή:**

Χαράλαμπος Αγγελίδης, Καθ. Γεν. Βιολογίας /Βιολογία, Τμήμα Ιατρικής Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Πατρώνα Βεζυράκη, Καθ. Φυσιολογίας/ Φυσιολογία, Τμήμα Ιατρικής Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Σύρρου Μαρίκα, Καθ. Γεν. Βιολογίας /Ιατρικής Γενετικής, Τμήμα Ιατρικής Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

## Πρόλογος

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία, με τίτλο «Σύγχρονη διδακτική προσέγγιση και δημιουργική διδασκαλία της Γενετικής και της Βιολογίας στη Μέση Εκπαίδευση», πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών “Βασικές Βιοϊατρικές Επιστήμες” του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας Μαρίκας Σύρρου με συνεξεταστές τον καθηγητή κ. Χαράλαμπο Αγγελίδη και την καθηγήτρια κ. Πατρώνα Βεζυράκη. Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η βιβλιογραφική έρευνα μεθόδων και πρακτικών διδασκαλίας του μαθήματος της βιολογίας και ιδιαίτερα της γενετικής στη μέση εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, εξετάζονται παραδείγματα μεταλλάξεων που δημιουργούν περίεργο φαινότυπο, περιπτώσεις ασθενειών διάσημων προσώπων, στοιχεία για διδακτική αξιοποίηση από ταινίες με βιολογικό ενδιαφέρον και τέλος η περίπτωση των βιβλίων Χάρι Πότερ απ’ όπου αντλούνται αρκετά στοιχεία που συνδέονται με τις φυσικές επιστήμες.

## Περιεχόμενα

Πρόλογος	4
Περιεχόμενα	5
Εισαγωγή	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ	8
1.1 Ορισμός Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών	9
1.1.1 Ιστορική εξέλιξη των αναλυτικών προγραμμάτων στην Ελλάδα	9
1.2 Η Θέση του Μαθήματος της Βιολογίας στο Αναλυτικά Προγράμματα Διαφόρων Χωρών	11
1.2.1 Το περιεχόμενο της Βιολογίας στο Γενικό Γυμνάσιο	12
1.2.2 Το «Νέο Λύκειο» & η Βιολογία	14
1.3 Διδακτικές Προσεγγίσεις – Η Αναγκαιότητα της Δημιουργικότητας	16
1.3.1 Διδακτικές Προσεγγίσεις	16
1.3.2 Η Αναγκαιότητα της Δημιουργικότητας	17
1.4 Εναλλακτικές Ιδέες Μαθητών	18
1.4.1 Δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση της γενετικής και της βιοτεχνολογίας	20
1.4.2 Δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση της γενετικής	20
1.4.3 Δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση της βιοτεχνολογίας	22
Κεφάλαιο 2. Νέες τεχνολογίες-Θεωρίες Μάθησης	24
2.1 Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση	24
2.1.1 ΤΠΕ και διδασκαλία της βιολογίας	25
2.2 Εποικοδομητισμός	26
2.2.1 Εποικοδομητισμός στην Σχολική Τάξη	28
2.3 Εννοιολογική Αλλαγή	29
Κεφάλαιο 3. Προτάσεις διδασκαλίας για το μάθημα της βιολογίας	31
3.1 Μεταλλάξεις που Δημιουργούν Διαφορετικό Φαινότυπο	31
3.1.1 Προέλευση Ονομάτων Ασθενειών	31
3.1.2 Παραδείγματα Μεταλλάξεων για διδακτική αξιοποίηση στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	31
3.2 Η επιρροή διασήμων που νόσησαν και ασθενών που έγιναν διάσημοι.	42

3.3 Η Εκπαίδευση μέσα από τις Τέχνες	44
3.3.1 Η κλωνοποίηση, η γενετική και η βιοτεχνολογία μέσα από τον κινηματογράφο	44
3.3.2 Ταινίες με βιολογικό ενδιαφέρον	45
3.4 Παραδείγματα από τα βιβλία του Χάρι Πότερ	49
3.4.1 Χάρι Πότερ και γενετική	53
Συμπεράσματα	54
Περίληψη	55
Abstract	56
Βιβλιογραφία	57

## Εισαγωγή

Η εκπαίδευση τα τελευταία χρόνια περιέχει νέες μεθόδους και πρακτικές που επιφέρουν νέες ιδέες για την οργάνωση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν στα σχολεία τα μαθήματα των Φυσικών επιστημών μπορούν να εκφράσουν τη δική τους δημιουργικότητα με την επινόηση δραστηριοτήτων στις οποίες η περιέργεια θα είναι ευπρόσδεκτη και θα ενθαρρύνουν την αμφισβήτηση (Αθανασίου, 2015) .

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αποτελείται από **τρία** κεφάλαια και θα προσπαθήσει να εισάγει μια καινοτόμο πρόταση για τη διδασκαλία της βιολογίας στη μέση εκπαίδευση.

Πιο συγκεκριμένα στο **πρώτο** κεφάλαιο περιγράφεται το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών των φυσικών επιστημών. Γίνεται μια σύντομη γνωριμία με το περιεχόμενο της βιολογίας που διδάσκεται στο Ελληνικό Γενικό Γυμνάσιο και Λύκειο, καθώς και το νέο πρόγραμμα σπουδών που έχει ενταχθεί στο νέο Λύκειο. Παρουσιάζεται με συνοπτικό τρόπο η αναγκαιότητα της δημιουργικότητας στη σχολική τάξη και πως αυτή μπορεί διδακτικά να προσεγγιστεί από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Τέλος, καταγράφονται οι παρανοήσεις μαθητών στο μάθημα της βιολογίας. Στην διδακτική των φυσικών επιστημών, εκτός από την απλή παροχή γνώσεων χρειάζεται να προσεγγίσουν την γνώση διαθεματικά (σύνδεση και με άλλα διδακτικά αντικείμενα) και να αναπτύξουν γενικές δεξιότητες όπως το πώς να συνεργάζονται και πώς να αξιολογούν και να χρησιμοποιούν τις πληροφορίες και τις γνώσεις που απέκτησαν. Οι δεξιότητες αυτές θα επιτρέψουν στους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στην σύγχρονη κοινωνία.

Στο **δεύτερο** κεφάλαιο περιγράφονται οι νέες τεχνολογίες και αναλύεται ο εποικοδομητισμός ως θεωρία μάθησης και κατ' επέκταση θεωρία διδασκαλίας. Στις φυσικές επιστήμες η εποικοδομητική προσέγγιση διδασκαλίας τοποθετεί στο κέντρο της παιδαγωγικής διαδικασίας του μαθητή και τις ιδέες του και αφήνει το παραδοσιακό μοντέλο που είναι επικεντρωμένο στον εκπαιδευτικό. Ακολουθεί η περιγραφή του όρου εννοιολογική αλλαγή και οι στρατηγικές με τις οποίες θα μπορούσε να επιτευχθεί.

Τέλος στο **τρίτο** κεφάλαιο παρουσιάζονται σύγχρονες διδακτικές πρακτικές αλλά και πρωτότυπα θέματα για την διδασκαλία της βιολογίας. Η χρήση πρωτότυπων σχεδίων διδασκαλίας θα δώσει στο μάθημα της βιολογίας την προσοχή αλλά και το ενδιαφέρον που θα έπρεπε να έχει από τους μαθητές. Το μεγαλύτερο εμπόδιο στην ένταξη μια εναλλακτικής διδασκαλίας που απομακρύνεται από τις παραδοσιακές παραδόσεις ενός μαθήματος είναι η έλλειψη του ανάλογου σχολικού χρόνου. Σε ένα διαφοροποιημένο μάθημα οι μαθητές θα μπορούν να εντάξουν τον κινηματογράφο και να αποκτήσουν κοινωνικό προβληματισμό. Συγκεκριμένα γίνεται μια παράθεση παραδειγμάτων αρκετών μεταλλάξεων που δημιουργούν περίεργο φαινότυπο και η σύνδεσή τους με την αντίστοιχη ενότητα των διδακτικών βιβλίων τα οποία θα μπορούσε ένας εκπαιδευτικός να χρησιμοποιήσει σε μια καινοτόμο διδασκαλία. Στη συνέχεια παρατίθενται ορισμένες δημοφιλείς ταινίες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην διδασκαλία της βιολογίας ως έναυσμα για την σύγκριση σωστής και λάθος επιστημονικής πληροφορίας. Ιδιαίτερη σημασία και ανάλυση γίνεται στην περίπτωση της χρήσης της ταινίας- βιβλίων «Harry Potter» όπου υπάρχει πλούσιο υλικό για τη δημιουργία πρωτότυπης διδασκαλίας για την εκμάθηση γενετικής. Τέλος όλοι οι μαθητές λίγο ή πολύ ασχολούνται με την επικαιρότητα και θα έπρεπε το μάθημα της βιολογίας να ενισχύει την σωστή ενημέρωσή τους.

Κλείνοντας, παραθέτω τα συμπεράσματα από την ανασκόπηση σε ελληνική και διεθνή. Στην συζήτηση παρατίθενται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ**



## 1.1 Ορισμός Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών

Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών χαρακτηρίζει ένα πρόγραμμα σπουδών περισσότερο περιγραφικό, που εστιάζει σε ένα μάθημα και διαφέρει από διδάσκοντα σε διδάσκοντα (αυτό που θα λέγαμε «διδασκτέα ύλη») (Burton et al., 2001). Οι απόψεις για το πρόγραμμα σπουδών και τη φύση του αντανακλώνται από την ετυμολογία των λέξεων που χρησιμοποιούνται. Πιο συγκεκριμένα με την έννοια curriculum περιγράφουμε έναν “αγώνα δρόμου”, ενώ με τον όρο syllabus μια απαρίθμηση θεμάτων προς μελέτη. Οι λέξεις αυτές λοιπόν δίνουν την ιδέα ενός «πλάνου μάθησης», ένα πρόγραμμα με το οποίο “προπονοούνται” και “αγωνίζονται” οι μαθητές για την κατάκτηση της μάθησης. Οι Marsh & Willis εμφανώς επηρεασμένοι από τις ετυμολογίες, το συνδέουν και με το στόχο της αξιολόγησης (διαγωνίσματα, εξετάσεις): «Για πολλούς μαθητές, το σχολικό πρόγραμμα σπουδών (curriculum) είναι αγώνας που πρέπει να τρέξουν, μια σειρά από εμπόδια και δυσκολίες (μαθήματα) τα οποία πρέπει να περαστούν» (Marsh et al., 1995).

Οι διάφοροι τύποι αναλυτικών προγραμμάτων είναι τα «παραδοσιακά» Αναλυτικά Προγράμματα, Curriculum και Προγράμματα Διαδικασίας. Τα παραδοσιακά αναλυτικά προγράμματα συνήθως αποτελούν απλά έναν κατάλογο περιεχομένων όπου ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει για να πληροφορηθεί το τι θα διδαχθεί και για πόσες ώρες. Το Curriculum αποτελεί ένα «πρόγραμμα σκοπών και στόχων». Το Curriculum είναι ένα πρόγραμμα σπουδών το οποίο περιέχει στόχους μάθησης, περιεχόμενα μάθησης, μέθοδοι της διδασκαλίας καθώς και έλεγχο επίτευξης των διδακτικών στόχων. Στο πρόγραμμα διαδικασίας δίνεται έμφαση στο πώς θα μάθει να μαθαίνει ο μαθητής (know how to learn) μέσω της διερευνητικής προσέγγισης.

### 1.1.1 Ιστορική εξέλιξη των αναλυτικών προγραμμάτων στην Ελλάδα

Τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών στην ελληνική εκπαίδευση αποτελούσαν προτάσεις που βοηθούσαν στη διαμόρφωση και τη διεξαγωγή του μαθήματος, έδιναν ιδιαίτερη έμφαση στην επίτευξη γνωστικών στόχων, παραβλέποντας τις ιδιαίτερες

ανάγκες, τα ενδιαφέροντα και τις κλίσεις των μαθητών. Η ασαφής και αόριστη στοχοθεσία, η απομνημόνευση των γνώσεων, ο αυστηρός προσδιορισμός του περιεχομένου της διδακτέας ύλης, η περιορισμένη δυνατότητα ανάληψης πρωτοβουλιών από τον εκπαιδευτικό είναι κάποιες από τις πιο σημαντικές αδυναμίες των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών.

Με τις εκπαιδευτικές αλλαγές που επιχειρήθηκαν κατά την περίοδο 1997-2003, έγινε προσπάθεια τα αναλυτικά προγράμματα να στοχεύσουν να αντιμετωπιστεί η μάθηση ως μια δημιουργική διαδικασία και όχι ως συσσώρευση γνώσεων. Τα προγράμματα αυτά στόχευαν στη διασφάλιση της συνέχειας της διδασκόμενης ύλης, στην αποφυγή επικαλύψεων της ύλης, καθώς και στη δημιουργία ενός πλαισίου που θα διασφάλιζε μεγαλύτερη αυτονομία στον εκπαιδευτικό.

Τα αναλυτικά προγράμματα στην Ελλάδα καταρτίζονται από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Ι.Ε.Π.), στην συνέχεια εγκρίνονται από το Υπουργείο Παιδείας και απευθύνονται σε όλους τους μαθητές της επικράτειας που φοιτούν στην ίδια τάξη και βαθμίδα. Οι εκπαιδευτικοί ακολουθούν υποχρεωτικά το αναλυτικό πρόγραμμα, προσαρμόζοντας το κάθε φορά στις συνθήκες της κάθε τάξης. Η διδακτέα ύλη καταρτίζεται από το υπουργείο και στην αρχή του κάθε σχολικού έτους αποστέλλεται στους διδάσκοντες μαζί με ειδικές οδηγίες σχετικά με τις διδακτικές προσεγγίσεις.

Το αναλυτικό πρόγραμμα στην Ελλάδα παρουσιάζει για κάθε τάξη τους άξονες γνωστικού περιεχομένου, τους γενικούς στόχους (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες), τις ενδεικτικές θεμελιώδεις έννοιες διαθεματικής προσέγγισης, σκοπεύοντας στη σύνδεση της διδακτέας ύλης με υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα και δεξιότητες. Για κάθε μάθημα αναπτύσσονται γενικοί και ειδικοί στόχοι, θεματικές ενότητες και διατιθέμενος χρόνος, οι ενδεικτικές διδακτικές δραστηριότητες, μαζί με προτεινόμενα σχέδια εργασίας, οι διδακτικές μεθοδολογίες, το διδακτικό υλικό και η αξιολόγηση.

Τα τελευταία έτη, όσον αφορά στην υποχρεωτική εκπαίδευση, στις τέσσερις πρώτες τάξεις του Δημοτικού διδάσκεται η Μελέτη του Περιβάλλοντος και στις τάξεις Ε' και ΣΤ' Δημοτικού διδάσκεται το μάθημα Φυσικά. Ωστόσο έως το 2014 στη δευτεροβάθμια, η Βιολογία διδάσκεται μόνο στην Α' και την Γ' Γυμνασίου (2

ώρες στην Α΄ και 2 ώρες στην Γ΄) το σχολικό έτος 2015-2016 διδάσκεται 2 ώρες στην Α΄ και από 1 ώρα την εβδομάδα στην Β΄ και Γ΄ τάξη ενώ από το σχολικό έτος 2016-2017 διδάσκεται 1 ώρα σε όλες τις τάξεις του Γυμνασίου. Το σχολικό έτος 2012 η βιολογία στο Λύκειο διδάσκεται 1 ώρα στην Α΄, μία ώρα στην Β΄ και στην Γ΄ μία ώρα βιολογία γενικής και 2 ώρες βιολογία κατεύθυνσης. Στο Λύκειο το 2014 σύμφωνα με το νόμο 4186/2013, ΦΕΚ. 193/Α/17-9-2013 η βιολογία διδάσκεται 2 ώρες στην Α΄, 2 ώρες στην Β΄ και συνολικά 4 ώρες στην Γ΄ τάξη (2 ώρες βιολογία γενικής παιδείας και 2 ώρες βιολογία προσανατολισμού). Το σχολικό έτος 2021-2022 η Βιολογία διδάσκεται στο Γυμνάσιο 1 ώρα την εβδομάδα σε όλες τις τάξεις του Ημερήσιου και Εσπερινού Γυμνασίου (Α΄, Β΄, Γ΄). Στα Ημερήσια και Εσπερινά Λύκεια διδάσκεται 2 ώρες στην Α΄ τάξη, 2 ώρες στην Β΄ τάξη και 6 ώρες ως μάθημα προσανατολισμού για τους μαθητές που επιλέγουν την ομάδα προσανατολισμού σπουδών υγείας.

## **1.2 Η Θέση του Μαθήματος της Βιολογίας στο Αναλυτικά Προγράμματα Διαφόρων Χωρών**

Στα ελληνικά αναλυτικά προγράμματα (έως το 1973) ανάλογα με την σπουδαιότητα που έδιναν οι συντάκτες στην συμβολή κάθε μαθήματος τα διέκριναν σε «πρωτεύοντα» και «δευτερεύοντα». Μετά το 1961 η Βιολογία εξακολουθεί σε σύγκριση με τα άλλα μαθήματα των φυσικών επιστημών να μην αποδίδεται ιδιαίτερη σημασία στο γνωστικό αντικείμενο.

Επιπλέον η σειρά εμφάνισης των τριών κλάδων στο πρόγραμμα με πρώτη τη Φυσική και τελευταία τη Βιολογία φανερώνει ότι η κατάταξη αυτή είναι αξιολογική, αφού η Βιολογία ως ξεχωριστή, θεωρητική και πειραματική επιστήμη μπήκε στο πρόγραμμα και άρχισε να εξετάζεται στις εξετάσεις για τα ΑΕΙ μόλις στο τέλος της δεκαετίας του '60 (Κόκκοτας, 1998).

Οι περισσότερες χώρες στην Ευρώπη (π.χ. Γερμανία, Δανία, Γαλλία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Λουξεμβούργο, Ισπανία), στην υποχρεωτική γενική δευτεροβάθμια εκπαίδευση (λύκειο) έχουν πέντε με δέκα μαθήματα υποχρεωτικής παρακολούθησης. Κατά τη διάρκεια της ανώτερης γενικής δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, τουλάχιστον για μια ορισμένη χρονική περίοδο τα μαθηματικά και οι φυσικές επιστήμες είναι υποχρεωτικά μαθήματα. Σύμφωνα με τις πληροφορίες του

τημμήματος ποιότητας του παιδαγωγικού Ινστιτούτου ο μέγιστος διατιθέμενος χρόνος για τις φυσικές επιστήμες στην Ελλάδα είναι 315 ώρες, στη Γαλλία ο διατιθέμενος χρόνος είναι 330 ώρες, στη Γερμανία 254, στη Φινλανδία 152, στη Δανία 360 ώρες και στη Πορτογαλία 460 ώρες. Λαμβάνοντας υπόψη έναν αριθμό χωρών ο μέσος όρος διδακτικών ωρών στο τελευταίο έτος της ανώτερης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τις Φυσικές Επιστήμες είναι 279 ώρες.

Τα περισσότερα ευρωπαϊκά εκπαιδευτικά συστήματα φαίνεται προσφέρουν διδακτικό χρόνο για το μάθημα της βιολογίας σε κάθε βαθμίδα της εκπαίδευσης και σε όλες τις τάξεις. Στην Φινλανδία στην υποχρεωτική εκπαίδευση, στις τρεις τάξεις του γυμνασίου, οι ώρες διδασκαλίας συνολικά της Βιολογίας-Γεωγραφίας είναι 7 ώρες την εβδομάδα, της Βιολογίας Ανθρώπου 3 ώρες την εβδομάδα και της Φυσικής-Χημείας 7 ώρες την εβδομάδα. Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι οι ώρες διδασκαλίας της Βιολογίας είναι όσες μαζί οι ώρες της Φυσικής και Χημείας. Επίσης στους μαθητές που ενδιαφέρονται να ακολουθήσουν θετικές και τεχνολογικές σπουδές, παρέχεται η δυνατότητα να παρακολουθήσουν και επιπλέον ώρες στη Βιολογία κατεύθυνσης (Σκούρας, 2005).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μιας έρευνας που έγινε στις ΗΠΑ (Wood, 2002) σε εκπαιδευτικούς που διδάσκουν μαθηματικά και φυσικές επιστήμες στη μέση εκπαίδευση, βρέθηκε ότι τα μαθήματα της Βιολογίας κυριαρχούν στο πρόγραμμα σπουδών με ποσοστό 36% στο σύνολο των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (συμπεριλαμβανομένων στο ποσοστό τα μαθήματα Βιολογίας γενικής παιδείας αλλά και ειδικότητας). Ακολουθούν τα μαθήματα της Χημείας με ποσοστό 22% και τα μαθήματα της Φυσικής καταλαμβάνουν το 12% των διδακτικών ωρών που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες. Στην Ελλάδα στο Γυμνάσιο τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία) καταλαμβάνουν το 9% του συνολικού διδακτικού χρόνου στο ωρολόγιο πρόγραμμα.

### **1.2.1 Το περιεχόμενο της Βιολογίας στο Γενικό Γυμνάσιο**

Στα σχολικά εγχειρίδια που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία της βιολογίας στο Γυμνάσιο μελετώνται αναλυτικά: οι λειτουργίες της ζωής σε διάφορους αντιπροσωπευτικούς οργανισμούς, από τους πιο απλούς μονοκύτταρους έως τον πιο πολύπλοκο που είναι ο άνθρωπος. Στο επίπεδο του ανθρώπου, η μελέτη επεκτείνεται

και στη δράση παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν τη λειτουργία των οργανικών συστημάτων. Μελέτη θεμάτων που αφορούν το φυσικό περιβάλλον δίνοντας έμφαση στη συσχέτιση της κατανομής των πληθυσμών με τη δυνατότητα προσαρμογής των οργανισμών σε συγκεκριμένες συνθήκες, στις τροφικές σχέσεις, στα φαινόμενα ανταγωνισμού και στους παράγοντες που υπεισέρχονται και επηρεάζουν τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Η μελέτη επιμέρους θεμάτων γενετικής, εξέλιξης, μοριακής βιολογίας και βιοτεχνολογίας γίνεται κυρίως στην Γ΄ τάξη του Γυμνασίου με πολύ λίγα παραδείγματα.

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικές ενότητες των σχολικών εγχειριδίων της Βιολογίας:

Στην Α΄ Γυμνασίου διδάσκεται το βιβλίο «Βιολογία Α΄ Γυμνασίου» (Ε. Μαυρικάκη, Μ. Γκούβρα, Α. Καμπούρη), Βιβλίο Μαθητή, 2017. Συγκεκριμένα διδάσκονται τα παρακάτω κεφάλαια: Βιολογία Α΄ Γυμνασίου: κεφάλαιο 1. Η οργάνωση της ζωής κεφάλαιο 2. Πρόσληψη ουσιών και πέψη, κεφάλαιο 3. Μεταφορά και αποβολή ουσιών, κεφάλαιο 4. Αναπνοή, κεφάλαιο 5. Στήριξη και κίνηση, κεφάλαιο 6. Αναπαραγωγή, κεφάλαιο 7. Ερεθιστικότητα

Στην Β΄ Γυμνασίου διδάσκεται ύλη από τα βιβλία «Βιολογία Α΄ Γυμνασίου» και «Βιολογία Γ΄ Γυμνασίου» (Ε. Μαυρικάκη, Μ. Γκούβρα, Α. Καμπούρη), Βιβλίο Μαθητή, 2017. Συγκεκριμένα διδάσκονται τα παρακάτω κεφάλαια: Βιολογία Β΄ Γυμνασίου: από το βιβλίο της Α΄ τάξης το κεφάλαιο 5. Στήριξη και κίνηση και 6. Αναπαραγωγή και από το σχολικό βιβλίο της Γ΄ Γυμνασίου: το κεφάλαιο 1. Η οργάνωση της ζωής – Βιολογικά συστήματα και το κεφάλαιο 4. Οι ασθένειες και οι παράγοντες που σχετίζονται με την εμφάνισή τους.

Στην Γ΄ Γυμνασίου διδάσκεται το βιβλίο «Βιολογία Γ΄ Γυμνασίου» (Ε. Μαυρικάκη, Μ. Γκούβρα, Α. Καμπούρη), Βιβλίο Μαθητή, 2017. Συγκεκριμένα διδάσκονται τα παρακάτω κεφάλαια: κεφάλαιο 1. Η οργάνωση της ζωής – Βιολογικά συστήματα, κεφάλαιο 5. Διατήρηση και συνέχεια της ζωής και κεφάλαιο 7. Εξέλιξη. Στο παράρτημα αναφέρονται αναλυτικά τα κεφάλαια των σχολικών βιβλίων της βιολογίας.

### 1.2.2 Το «Νέο Λύκειο» & η Βιολογία

Στην παρούσα έρευνα μας απασχόλησε περισσότερο η διδασκαλία της σύγχρονης γενετικής και βιοτεχνολογίας στην Γ΄ τάξη του Λυκείου αν και πολλές από τις πληροφορίες και παραδείγματα που παραθέτουμε μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις άλλες δύο τάξεις. Η ύλη της βιολογίας που διδάσκεται στο γενικό λύκειο μέχρι σήμερα και αφορά τη γενετική, τη γενετική μηχανική και τις σύγχρονες εφαρμογές της βιοτεχνολογίας, είναι πολύ φτωχή και αφορά πολύ λίγους μαθητές. Οι μαθητές μας στην Ελλάδα που τελειώνουν το Γενικό Λύκειο, έχουν λίγες γνώσεις γενετικής και ελάχιστες γνώσεις για τη βιοτεχνολογία/γενετική μηχανική και τις εφαρμογές της, εκτός από τους μαθητές της Γ΄ Λυκείου θετικής κατεύθυνσης, κάτι που αφορά όμως πολύ λίγους μαθητές.

Έτσι η γνώση που έχουν οι περισσότεροι μαθητές μας για αυτά τα θέματα, ουσιαστικά αφορούν την κλασική έννοια της βιοτεχνολογίας (τρόφιμα - ποτά) και οφείλονται είτε σε γνώσεις από το Γυμνάσιο είτε σε άλλες πηγές γνώσεων, πέρα από το σχολείο, αν και στο σημερινό βιβλίο της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου, υπάρχει μια μικρή αναφορά στη γενετική μηχανική και τις εφαρμογές για γενετική τροποποίηση στα φυτά (ντομάτες), τη γονιδιακή θεραπεία και την κλωνοποίηση της Ντόλυ (Dolly), χωρίς όμως καμία επιστημονική εμβάθυνση.

Πιο συγκεκριμένα στην Α΄ τάξη Λυκείου διδάσκεται μόνο Βιολογία του ανθρώπου. Από το βιβλίο «ΒΙΟΛΟΓΙΑ» της Α΄ τάξης Γενικού Λυκείου των Καστορίνη Α., Κωστάκη -Αποστολοπούλου Μ., Μπαρώνα – Μάμαλη Φ., Περάκη Β., Πιαλόγλου Π., 2017. Συγκεκριμένα διδάσκονται τα παρακάτω κεφάλαια: κεφάλαιο 1. Από το κύτταρο στον οργανισμό, κεφάλαιο 3. Κυκλοφορικό σύστημα, κεφάλαιο 9. Νευρικό σύστημα

Στη Β΄ τάξη Λυκείου, στο μάθημα Βιολογία γενικής παιδείας, υπάρχει ένα κεφάλαιο (4ο) στο τέλος του βιβλίου, που αναφέρεται στη γενετική, με δύο κύριες ενότητες, το κεντρικό δόγμα της βιολογίας και την κυτταρική διαίρεση (μίτωση, μείωση). Στο κεφάλαιο αυτό υπάρχει αναφορά στην βασική τεχνική της γενετικής μηχανικής (κοπή DNA, μοριακά ψαλίδια και πλασμίδια), χωρίς αναφορά σε άλλες εφαρμογές, παρά μόνο στην κλωνοποίηση της Ντόλυ (Dolly).

Στην Β΄ Λυκείου διδάσκεται το βιβλίο «Βιολογία Γενικής Παιδείας Β΄ Γενικού Λυκείου» (Α. Καψάλης, Ι. Ε. Μπουρμπουχάκης, Β. Περάκη, Σ. Σαλαμαστράκης) οι οδηγίες διδασκαλίας περιλάμβαναν την διδασκαλία των κεφαλαίων 1, 2, 3 και 4 (μόνο 4.2- Μοριακή Γενετική και 4.3- Κυτταρική διαίρεση). Συγκεκριμένα διδάσκονται τα παρακάτω κεφάλαια: κεφάλαιο 1: Η Βιολογία στη ζωή μας - Επιστημονική μέθοδος, κεφάλαιο 2: Κύτταρο: Η θεμελιώδης μονάδα της ζωής, κεφάλαιο 3: Μεταβολισμός, κεφάλαιο 4: Γενετική. Το σχολικό έτος 2021-2022 διδάσκεται το βιβλίο που παλαιότερα διδάσκονταν στην Γ τάξη και συγκεκριμένα τα κεφάλαια: 1. Άνθρωπος και υγεία, 2. Άνθρωπος και περιβάλλον, 3. Εξέλιξη.

Στην Γ΄ τάξη Λυκείου, το μάθημα Βιολογία γενικής παιδείας αναφέρεται σε άλλους κλάδους της Βιολογίας (Ανοσολογία, Περιβάλλον και Εξέλιξη). Όμως στο βιβλίο της Βιολογίας θετικής κατεύθυνσης, αναφέρονται ξανά αναλυτικά, οι μηχανισμοί του κεντρικού δόγματος της βιολογίας. Επίσης αναφέρονται με λεπτομέρειες, οι τεχνικές της γενετικής μηχανικής καθώς και οι εφαρμογές της Γενετικής τροποποίησης φυτών, της κλωνοποίησης, της δημιουργίας φαρμάκων και της γονιδιακής θεραπείας, ενώ δεν αναφέρονται άλλες, που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαλείο της έρευνάς μας, όπως εφαρμογές εξέτασης DNA (DNA screening και fingerprinting) και επιλογής γενετικών χαρακτηριστικών.

Στην Γ΄ Λυκείου η βιολογία γενικής παιδείας διδάσκεται από το βιβλίο «Βιολογία» της Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου Γενικής Παιδείας των Αδαμαντιάδου Σ. κ.ά., όπως αυτό αναμορφώθηκε από τους Καλαϊτζιδάκη Μ. και Πανταζίδη Γ. Γ΄ Λυκείου (Βιολογία Γενικής Παιδείας) κεφάλαιο 1: Άνθρωπος και υγεία, κεφάλαιο 2: Άνθρωπος και Περιβάλλον, κεφάλαιο 3: Εξέλιξη.

Από το βιβλίο “Βιολογία” της Γ΄ τάξης του Γενικού Λυκείου Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών των Αλεπόρου-Μαρίνου Β., Αργυροκαστρίτη Α., Κομητοπούλου Α., Πιαλόγλου Π., Σγουρίτσα Β. διδάσκεται τα τελευταία χρόνια χωρίς καμία αλλαγή τα κεφάλαια 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Συγκεκριμένα διδάσκονται τα κεφάλαια: κεφάλαιο 1. Το γενετικό υλικό, κεφάλαιο 2. Αντιγραφή, έκφραση και ρύθμιση της γενετικής πληροφορίας, κεφάλαιο 4. Τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA, κεφάλαιο 5. Μενδελική κληρονομικότητα, κεφάλαιο 6: Μεταλλάξεις, κεφάλαιο 7: Αρχές και μεθοδολογία της Βιοτεχνολογίας, κεφάλαιο 8: Εφαρμογές της

Βιοτεχνολογίας στην Ιατρική, κεφάλαιο 9: Εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στη γεωργία και την κτηνοτροφία.

### **1.3 Διδακτικές Προσεγγίσεις – Η Αναγκαιότητα της Δημιουργικότητας**

#### **1.3.1 Διδακτικές Προσεγγίσεις**

Η Διδακτική είναι μία διαδικασία όπου οι εκπαιδευτικοί προσαρμόζουν τη σκέψη τους και της συμπεριφοράς τους, που έχει ως στόχο να εφοδιάζει με μια σειρά από οδηγίες που αν εφαρμοστούν, σωστά θα εξασφαλίσουν την επιτυχή διδασκαλία. Μια επιτυχής διδασκαλία είναι εκείνη που οδηγείται από τον εκπαιδευτικό και φέρει τα χαρακτηριστικά αυτών που συμμετέχουν. Περιηγητές και εξερευνητές είναι στην ουσία οι εκπαιδευτικοί με τους μαθητές τους, «συν-οδοιπόροι» στην κοινή πορεία τους προς τη γνώση (Βαϊνά, 2008).

Θεωρητικά, ως «μέθοδος διδασκαλίας» ορίζεται ένα οργανωμένο σύνολο διδακτικών ενεργειών που εφαρμόζονται με συστηματικό τρόπο σε μία σειρά μαθημάτων και κατ'επέκταση η οργάνωση του μαθήματος του εκπαιδευτικού. Ένας ευρύτερος όρος είναι οι «στρατηγικές διδασκαλίας» όπου υπάρχουν περισσότερες από μία μεθόδους και μία ακόμα πιο σύνθετη έννοια στο «μοντέλο διδασκαλίας» που περιλαμβάνει συγκεκριμένες διδακτικές διαδικασίες, τρόπο οργάνωσης της τάξης και γενικότερα της διδασκαλίας. Κάθε φορά ο εκπαιδευτικός αποφασίζει ποια είναι η καλύτερη διδακτική προσέγγιση η οποία καθορίζεται σύμφωνα με το μαθητικό δυναμικό αλλά και το περιβάλλον που διδάσκει. Συνεπώς το Πρόγραμμα Σπουδών και ο Οδηγός για τον Εκπαιδευτικό προτείνει διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές, αφήνοντας στον εκπαιδευτικό μεγάλο μέρος ελευθερίας (Περάκη 2011).

Το ελληνικό σχολείο πλέον στοχεύει παράλληλα να καλλιεργεί πνευματικές ικανότητες και να προάγει την κριτική και τη δημιουργική σκέψη. Τα τελευταία χρόνια η μέθοδος project (ή μέθοδος Σχεδίου Δράσης), βρει θετική ανταπόκριση στους εκπαιδευτικούς και στους μαθητές. Στην διδακτική προσέγγιση πλέον ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η έμφαση που δίνουν οι εκπαιδευτικοί στην προβληματοποίηση της διδακτικής ενότητας, με τη μέθοδο της επίλυσης



προβλήματος. Αξίζει να αναφερθεί πως και η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών τόσο στη διδακτική θεωρία όσο και στην πράξη συμβάλλουν σημαντικά στην διαφοροποίηση της διδασκαλίας (Βαϊνά, 2008).

### **1.3.2 Η Αναγκαιότητα της Δημιουργικότητας**

Η δημιουργική και κριτική σκέψη είναι από τα σημαντικότερα θέματα που απασχολούν την εκπαίδευση. Οι συνθήκες της ζωής επιβάλουν την καθιέρωσή τους στα σύγχρονα σχολεία και για αυτό συμπεριλαμβάνονται στους στόχους των Αναλυτικών Προγραμμάτων. Ένα σημαντικό το πρώτο βήμα είναι να αναγνωρίσουμε ότι η δημιουργική διδασκαλία, όπως όλες οι μορφές διδασκαλίας, είναι μια πολυμορφική πράξη (Hirst, 1971). Ο Beghetto (2013α), περιέγραψε τρεις διαφορετικές αλλά αλληλένδετες μορφές δημιουργικής διδασκαλίας: διδασκαλία σχετικά με τη δημιουργικότητα, διδασκαλία για την δημιουργικότητα και διδασκαλία με δημιουργικότητα. Αυτές οι διαφορετικές μορφές δημιουργικής διδασκαλίας έχουν διαφορετικούς παιδαγωγικούς στόχους (Beghetto, 2010).

Η εκμάθηση της βιολογίας θεωρείται δύσκολη, ειδικά σε ορισμένους τομείς όπως η κυτταρική διαίρεση, η γενετική και οι ορμόνες (Cimer, 2012). Από την άλλη πλευρά, υπάρχει μια σύνδεση μεταξύ της επιτυχίας των μαθητών στην εκμάθηση της επιστήμης με τη δημιουργικότητα (Son, 2009). Η δημιουργικότητα μπορεί να οριστεί ως ο σχηματισμός νέων και χρήσιμων τρόπων επίλυσης ενός προβλήματος (Sternberg & Kaufmann, 2010), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν τη βιολογία. Η δημιουργικότητα περιλαμβάνει την αποκλίνουσα και συγκλίνουσα σκέψη. Η συγκλίνουσα (κριτική) σκέψη αφορά τη διεργασία όπου ο μαθητής θέτει τα δεδομένα, τις πληροφορίες ή τις γνώσεις που έχει απομνημονεύσει σε λογική επεξεργασία με σκοπό την αναζήτηση μιας ορθής λύσης ή συμπεράσματος. Η αποκλίνουσα (δημιουργική) σκέψη, ξεκινά και αυτή από την επεξεργασία της πληροφορίας και προσανατολίζεται στην αναζήτηση όλων των πιθανών λύσεων και απαντήσεων (Παρασκευόπουλος, 2003).

Αν και το όφελος της δημιουργικότητας στην επιστήμη είναι κρίσιμο, η έρευνα στον τομέα αυτό εξακολουθεί να λείπει. Η έρευνα για τη δημιουργικότητα μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της μάθησης, καθώς και να προετοιμάσει τους μαθητές για τη μελλοντική καριέρα τους. Η δημιουργικότητα

πρέπει να διδάσκεται στους μαθητές, προκειμένου να μάθουν καλύτερα τη βιολογία. Η δημιουργική αντιμετώπιση των προβλημάτων και των περιστάσεων της ζωής είναι προνόμιο όλων των ανθρώπων καθώς όλοι οι άνθρωποι είναι δημιουργικοί. Σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας των δημιουργικών ικανοτήτων ενός ατόμου είναι ο φόβος. Η σκέψη ότι οι ιδέες που μπορεί να προτείνουμε είναι εσφαλμένες ή μη αποδεκτές. Απαραίτητη είναι η συνύπαρξη και της συμμόρφωσης στα κοινωνικά πρότυπα αλλά και η αναζήτηση του νέου, του διαφορετικού. Υπάρχει χώρος και χρόνος και για τα δύο, αρκεί να ξέρουμε περί τίνος πρόκειται κάθε φορά και να τα διαφοροποιούμε (Παρασκευόπουλος 2004).

Μια μοντέρνα διδακτική πτυχή είναι αυτή που θέλει τον εκπαιδευτικό ταυτόχρονα και ως εμπνευστή και υποστηρικτή του ψυχισμού του μαθητή. Τίθεται επίσης και διδακτικά το ζήτημα της αναβάθμισης της μορφωτικής αξίας του σχολείου με την ανάπτυξη «σχολικής ζωής και κουλτούρας». Η αναβάθμιση του ελληνικού σχολείου ξεκινά υποχρεωτικά από τη βελτίωση της διδακτικής πράξης και επιτυγχάνεται μέσα από τη γνώση και την κατάλληλη άσκηση, πράγμα που καθιστά εξαιρετικά σημαντικό το πεδίο της βασικής εκπαίδευσης και επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών στα θέματα αυτά (Βαϊνά, 2008).

#### **1. 4 Εναλλακτικές Ιδέες Μαθητών**

Οι μαθητές αναπτύσσουν ιδέες στην προσπάθειά τους να δώσουν νόημα στον κόσμο μέσα στον οποίο ζουν με αναφορά στις εμπειρίες τους, τις τρέχουσες γνώσεις τους, τη γλώσσα που χρησιμοποιούν κ.ά. (Κόκκοτας, 2004). Σύμφωνα με τους Σπυροπούλου- Κατσάνη (2005) παράγοντες που επιδρούν και συντελούν στην ανάπτυξη ιδεών είναι οι αισθητηριακές εμπειρίες, η οικογένεια, η γλώσσα, το κοινωνικό περιβάλλον, το τεχνολογικό περιβάλλον, τα βιβλία, το πολιτισμικό περιβάλλον και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης.

Οι ιδέες των μαθητών, οι οποίες αποκλίνουν από την επιστημονική γνώση, αποκαλούνται από πολλούς ερευνητές παρανοήσεις, εναλλακτικές ιδέες ή ιδέες που βασίζονται στην "κοινή λογική" (Knight, 2006). Συγκεκριμένα αναφέρονται ως προαντιλήψεις (preconceptions) από την Ausubel (1968), ως παρανοήσεις ή εσφαλμένες αντιλήψεις (misconceptions) από τον Novac (1990) και ως εναλλακτικές ιδέες (alternative conceptions) από τους Driver και Easley (1978) (Σπυροπούλου-

Κατσάνη, 2005).

Οι προϋπάρχουσες ιδέες είναι πολύ σημαντικές για τις μαθησιακές δραστηριότητες, διότι συνδέονται άμεσα με τον τρόπο με τον οποίον οι μαθητές παρατηρούν και ερμηνεύουν τα διάφορα γεγονότα και φαινόμενα, επικοινωνούν ή δέχονται τις νέες πληροφορίες. Για το λόγο αυτό πολλοί ερευνητές, όπως οι Driver και Easley (1978), η Viennot (1979), ο Arons (1992), κ.ά., θεωρούν ότι οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών πρέπει να βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των εκπαιδευτικών, αλλά και των εκπονητών των Αναλυτικών Προγραμμάτων (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).

Σύμφωνα με αρκετούς επιστήμονες αν οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών δεν ληφθούν υπόψη από τους εκπαιδευτικούς στο σχεδιασμό κατάλληλων διδακτικών έργων, οι μαθητές μετά τη διδασκαλία θα βρίσκονται σε μια από τις ακόλουθες καταστάσεις. Οι μαθητές μετά τη διδασκαλία εξακολουθούν να διατηρούν τις αρχικές τους ιδέες (παραμένουν αναλλοίωτες), παρότι μπορεί να χρησιμοποιούν πιο τεχνικούς όρους (Knight, 2006). Οι μαθητές διατηρούν τις απόψεις τους (συνυπάρχουν), ενώ παράλληλα μαθαίνουν την επιστημονική άποψη δεν τη συνδέουν με τις καθημερινές καταστάσεις και τη χρησιμοποιούν μόνο στις διαδικασίες του σχολείου, π.χ. εξετάσεις. Η γνώση αυτή ονομάζεται στατική-μη λειτουργική γνώση. Δηλαδή υπάρχουν δύο "κόσμοι" για τους μαθητές: ο κόσμος της καθημερινής ζωής και ο επιστημονικός κόσμος, οι οποίοι λειτουργούν μεμονωμένα (Knight, 2006, Solomon, 1994). Μία άλλη κατάσταση που μπορεί να συμβεί είναι να ενισχύονται από τη διδασκαλία οι αρχικές παρανοήσεις των μαθητών (Linn, 1986). Συχνά οι μαθητές δεν διαχωρίζουν τις επιστημονικές γνώσεις από τις εναλλακτικές τους ιδέες, και τις χρησιμοποιούν αδιακρίτως και με ασυνέπεια έτσι οι προϋπάρχουσες επιστημονικές απόψεις είναι συγκεχυμένες. Τέλος η κατάσταση που επιθυμούν οι εκπαιδευτικοί είναι να έχουν επικρατήσει οι επιστημονικές έννοιες έτσι οι μαθητές έχουν αντικαταστήσει τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις με τις επιστημονικές, που είναι και το ζητούμενο. Οι ιδέες των μαθητών επηρεάζουν τη διαδικασία απόκτησης νέων γνώσεων γιατί ενεργούν ως δομή υποδοχής. Αντιστέκονται σε αλλαγές που επιθυμούμε να επιφέρουμε με τη διδασκαλία και αν τις αγνοήσουμε παραμένουν αμετάβλητες (Κόκκοτας, 2004).

### **1.4.1 Δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση της γενετικής και της βιοτεχνολογίας**

Διάφορες μελέτες έχουν καταδείξει πως οι μαθητές γενικά έχουν δυσκολία στην κατανόηση των εννοιών της Γενετικής και της Κληρονομικότητας (Lewis & Wood-Robinson, 2000; Athanasiou, et al, 2004). Το λεξιλόγιο στην επιστήμη της Βιολογίας είναι εξειδικευμένο και επιστημονικό και οι νέοι όροι που καλούνται να μάθουν οι μαθητές δύσκολα κατανοητοί. Οι κυριότερες δυσκολίες στην έρευνα των Lewis & Wood-Robinson (2000), διαπιστώθηκε στις βασικές γενετικές έννοιες όπως το κύτταρο, το χρωμόσωμα, το γονίδιο. Συχνά παρατηρούνται παρανοήσεις στους μαθητές που δυσκολεύονται να κατανοήσουν έννοιες όπως η φωτοσύνθεση και η διαδικασία της αναπνοής των φυτών (Marmaroti & Galanopoulou, 2006). Ακόμη αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση και στην συσχέτιση βιολογικών και χημικών θεμάτων, όπως για παράδειγμα, δε μπορούν να μεταχειριστούν το ανθρώπινο σώμα ως ένα χημικό σύστημα, ή αντιμετωπίζουν τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης ως κάτι διαφορετικό από τη χημεία.

Συγκριτικά με διάφορα θέματα βιολογίας υπάρχει τεράστια ερευνητική βιβλιογραφία για την διδασκαλία και μάθηση της γενετικής και της κληρονομικότητας. Η έρευνα που έχει γίνει τα προηγούμενα χρόνια στη διδακτική της βιολογίας σε διάφορες χώρες έχει δείξει ότι ο τομέας της γενετικής είναι ένας από τους πιο προβληματικούς χώρους της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Κι αυτό διότι φαίνεται ότι υπάρχει γενικευμένη εννοιολογική σύγχυση (Lewis & Kattman 2004).

### **1.4.2 Δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση της γενετικής**

Σύμφωνα με τον Αθανασίου (2015) ο χαμηλός βαθμός κατανόησης των πεδίων της γενετικής δεν είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται μόνο στην Ελλάδα αλλά και παγκόσμια. Οι δυσκολίες του αντικειμένου είναι μια βασική πηγή παρανοήσεων στη γενετική. Οι δυσκολίες αυτές ενισχύονται λόγω και της φύσης του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Ένα ακόμη σημαντικό θέμα είναι η ασυνέχεια της διδασκαλία των θεμάτων της γενετικής στο μάθημα της βιολογίας στις βαθμίδες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και ότι οι διδακτικές ώρες είναι λίγες. Τέλος,

ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές «μαθαίνουν» βιολογία ευνοεί την επιφανειακή μάθηση με στείρα απομνημόνευση, ενώ ενισχύεται από το εξετασιοκεντρικό σύστημα και τον προσανατολισμό του Λυκείου στις πανελλήνιες εξετάσεις.

Οι δυσκολίες των πεδίων της γενετικής και της κληρονομικότητας αφορούν κυρίως τη μη ορατή και απρόσιτη φύση των εννοιών της γενετικής, την οργάνωση σε διαφορετικά επίπεδα των εννοιών και διαδικασιών (μακροσκοπικό επίπεδο: οργανισμός, μικροσκοπικό επίπεδο: κύτταρο, μοριακό-βιοχημικό επίπεδο: DNA, γονίδιο). Επίσης μεγάλη δυσκολία δημιουργεί η εκτεταμένη γενετική ορολογία, το προϋπάρχον εννοιολογικό πλαίσιο των μαθητών, το οποίο βασίζεται στην καθημερινή αντίληψη των φαινομένων της κληρονομικότητας και η διδασκαλία αυτών των πεδίων χωρίς την απαραίτητη σύνδεση των πληροφοριών μεταξύ τους. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η γενετική πολύ λίγο περιλαμβάνεται στα τυπικά προγράμματα σπουδών, τουλάχιστον μέχρι το Λύκειο. Έτσι οι μαθητές οικοδομούν αντιλήψεις για την κληρονομικότητα και το DNA από ταινίες, βιβλία comics, τηλεοπτικές σειρές επιστημονικής φαντασίας.

Οι Knippels et al. (2005) κατέληξαν σε 10 βασικές δυσκολίες που συναντώνται και τις κατέταξαν σε κατηγορίες όπως αφηρημένη φύση, πολυπλοκότητα, πιθανολογικός συλλογισμός, εικόνα, εξέταση, ορολογία, γενεαλογικοί χάρτες, τετράγωνα του Punnett, διαγράμματα & συμβολισμοί, επίλυση προβλημάτων, κυτταρική διαίρεση, διαφορές μεταξύ των σπουδαστών. Τα περισσότερα από αυτά θα μπορούσαμε να πούμε πως παρατηρούνται πολλές φορές στην διδασκαλία της βιολογίας στα ελληνικά σχολεία. Ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα είναι η αποσύνδεση της κληρονομικότητας, της σεξουαλικής αναπαραγωγής γενικά, και της μείωσης αλλά και η μεταφορά του τρόπου σκέψης μεταξύ μοριακού, κυτταρικού, οργανισμού, και του επιπέδου των πληθυσμών οδηγεί εύκολα σε εννοιολογικά προβλήματα. Η κακή επίδοση στα μαθηματικά αποτελεί ακόμα ένα εμπόδιο στην επίλυση γενετικών προβλημάτων. Ελάχιστος είναι ο χρόνος που μένει για ένα αρκετά δύσκολο θέμα όπως η μεντελική γενετική που συνιστά ένα μικρό μέρος της τελικής εξέτασης. Αποτέλεσμα σε αυτή τη θεματική ενότητα είναι να διδάσκονται και να μαθαίνονται τεχνάσματα αντί να εκπαιδεύεται ο μαθητής στην επίλυση του προβλήματος. Οι μαθητές είναι απρόθυμοι να απομνημονεύσουν τους σχετικούς όρους της γενετικής λόγω της πλούσιας ορολογίας. Μία επαρκής κατανόηση της γενετικής απαιτεί

σχετική προγενέστερη γνώση και γνωστική ωριμότητα. Τέλος οι απόψεις των μαθητών μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους λόγω της επιλογή ή του αποκλεισμού μαθημάτων χημείας και μαθηματικών.

Οι μαθητές σε δύο μελέτες που παρατίθενται (Athanasiou, et. al., 2004, Κουμπάρου, Κυριακούδη & Αθανασίου, 2011) έδειξαν πως γενικά έχουν άγνοια για τον ρόλο των διάφορων μορίων και σχηματισμών της γενετικής ενώ είναι αρκετά εξοικειωμένοι με τη δομή τους. Έχουν γενικά έλλειψη μιας ολιστικής άποψης για έννοιες της γενετικής και για τον σχηματισμό των πρωτεϊνών στο κυτταρόπλασμα, ενώ έχουν μια αμυδρή ιδέα για το τι συμβαίνει στην πραγματικότητα. Οι κυριότερες εναλλακτικές ιδέες σύμφωνα με τους Lewis & Wood-Robinson (2000) είναι η συσχέτιση του μεγέθους γονιδίων χρωμοσωμάτων (θεωρούν τα γονίδια μεγαλύτερα από τα χρωμοσώματα), ο ρόλος των χρωμοσωμάτων (είναι ο καθορισμός του φύλου του ανθρώπου), η συνεισφορά των δύο φύλων στη χρωμοσωμική σύσταση του νέου οργανισμού (θεωρούν ότι είναι άνιση), με το σπερματοκύτταρο να συνεισφέρει περισσότερα χρωμοσώματα από το ωοκύτταρο, τα κύτταρα περιέχουν μόνο τη γενετική πληροφορία που χρειάζονται για να επιτελέσουν τη λειτουργία τους κ.ά.

### 1.4.3 Δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση της βιοτεχνολογίας

Η αντίληψη βασικών εννοιών και σχέσεων της μοριακής γενετικής αλλά και η ελλιπής γνώση, είναι η κύρια αιτία πίσω από τις δυσκολίες που εμφανίζουν οι μαθητές στην κατανόηση της βιοτεχνολογίας και των τεχνικών της. Οι Martinez-Gracia et al (2003), συμφωνούν στα παραπάνω και δίνουν τον κύριο λόγο στα σχολικά εγχειρίδια. Ισχυρίζονται ότι τα σχολικά εγχειρίδια δεν λένε με σαφήνεια ότι ο γενετικός κώδικας και η σύνθεση του γενετικού υλικού είναι κοινός για όλους τους οργανισμούς και συνεπώς, το DNA μπορεί να ανταλλαγεί μεταξύ των ειδών και μπορεί να εκφραστεί με τον ίδιο τρόπο.

Δεν είναι πάντα καθαρό ότι το εισαχθέν γονίδιο εκφράζει μια πρωτεΐνη που μας ενδιαφέρει ή ότι αυτό είναι υπεύθυνο για την εμφάνιση ενός νέου χαρακτηριστικού στον οργανισμό. Αυτές οι ιδέες είναι τα κύρια εννοιολογικά ζητήματα πίσω από τη

γενετική μηχανική και τη βιοτεχνολογία. Λείπει επίσης η εννοιολογική σχέση μεταξύ δομής και λειτουργίας του γονιδίου, όταν μιλάμε για διαγονιδιακούς οργανισμούς. Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τις γνώσεις αλλά και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, στην κατανόηση της βιοτεχνολογίας.

Οι Dawson & Schibeci (2003a) σε μια ομάδα 1.116 μαθητών (15-16 ετών) της Αυστραλίας, που ρωτήθηκαν για τη κατανόησή τους για τις πρόσφατες εξελίξεις στη σύγχρονη βιοτεχνολογία βρήκαν ότι οι περισσότεροι μαθητές έχουν ελάχιστη ή δεν έχουν καμία επιστημονική κατανόηση της βιοτεχνολογίας και της γενετικής μηχανικής. Μάλιστα κάποιοι δε μπόρεσαν να δώσουν παράδειγμα στη βιοτεχνολογία, ενώ άλλοι δε μπόρεσαν να δώσουν παράδειγμα στη γενετική μηχανική. Ελάχιστες είναι οι έρευνες που έχουν γίνει στην Ελλάδα σχετικά με τη στάση του κοινού απέναντι στις νέες τεχνολογίες και ειδικά την βιοτεχνολογία. Μία μελέτη σε φοιτητές Πανεπιστημίου, σχετικά με την πρόθεσή τους να δοκιμάσουν γενετικά τροποποιημένο προϊόν (Batrinou, et al 2008) και μία άλλη σχετικά με τις πεποιθήσεις που κρατά το κοινό σχετικά με την κλωνοποίηση του ανθρώπου δείχνουν ότι αν και αυτές οι τεχνολογίες είναι ακόμη σε πολύ πρώιμο και πειραματικό στάδιο ανάπτυξης, οι Έλληνες φαίνεται να έχουν ήδη σκεφτεί όλα τα σχετικά επιστημονικά, κοινωνικά, ηθικά, θρησκευτικά και νομικά ζητήματα και να θεωρούν ότι η νέα τεχνολογία συνδέεται με οφέλη αλλά και κινδύνους (Tzamalouka et al 2005).

Το μάθημα της Βιολογίας δεν χρειάζεται να εργαστηριοποιηθεί αλλά να εισαγάγουμε την καινοτομία στη διδασκαλία η οποία θα βοηθά τον μαθητή να ασχοληθεί με πραγματικά ή μη σενάρια. Στον επιστημονικό τομέα η ενεργή συμμετοχή του μαθητή στη διερεύνηση συγκεκριμένων προβλημάτων είναι η καλύτερη μέθοδος μάθησης.

## Κεφάλαιο 2. Νέες τεχνολογίες-Θεωρίες Μάθησης

### 2.1 Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση

Σύμφωνα με θεωρητικούς και ερευνητές της εκπαίδευση τρία βασικά φαινόμενα που σχετίζονται με την φτωχή σχολική μάθηση είναι η αδρανής γνώση, οι παρανοήσεις και η έλλειψη κριτικής σκέψης. Αποτέλεσμα αυτών των φαινομένων είναι οι μαθητές είτε να ξεχνούν τις νέες γνώσεις που αποκτούν, μετά από τη χρήση τους στις σχολικές εξετάσεις, είτε να δυσκολεύονται να τις εφαρμόζουν στην καθημερινότητά. Η τεχνολογία μπορεί να διευκολύνει την πρόσβαση στις πληροφορίες και την οργάνωσή τους και να προωθήσει την ενεργό εμπλοκή του μαθητή στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σημαντική είναι η συμβολή των Τ.Π.Ε στην εκπαίδευση. Με τον όρο Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) χαρακτηρίζονται οι τεχνολογίες που επιτρέπουν την επεξεργασία και τη μετάδοση μιας ποικιλίας μορφών αναπαράστασης της πληροφορίας (σύμβολα, εικόνες, ήχοι, βίντεο). Οι τεχνολογίες αυτές αφορούν κυρίως το διαδίκτυο, τα πολυμέσα, τα υπερμέσα και τα σύγχρονα λογισμικά (Κόμης, 2004).

Ένα από τα σύγχρονα “εργαλεία” πλέον των εκπαιδευτικών είναι το έργο «Ψηφιακή Εκπαιδευτική Πλατφόρμα, Διαδραστικά Βιβλία και Αποθετήριο Μαθησιακών Αντικειμένων» που υλοποιήθηκε από το ΙΤΥΕ «Διόφαντος» στο πλαίσιο του άξονα δράσεων για Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο του «Ψηφιακού Σχολείου». Το έργο αυτό αφορούσε τη σχεδίαση, ανάπτυξη και λειτουργία τριών κεντρικών διαδικτυακών υπηρεσιών του Υπουργείου Παιδείας για το ψηφιακό εκπαιδευτικό περιεχόμενο της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας γενικής εκπαίδευσης τον ιστότοπο «Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία» (e-books.edu.gr) και μια σειρά από ψηφιακά αποθετήρια εκπαιδευτικού περιεχομένου με το όνομα «Φωτόδεντρο» (αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων, εκπαιδευτικών βίντεο, εκπαιδευτικών λογισμικών, εκπαιδευτικού υλικού χρηστών, ανοιχτών εκπαιδευτικών πρακτικών, εξωτερικών πηγών/πολιτισμικών συλλογών) και τον Εθνικό Συσσωρευτή Εκπαιδευτικού Περιεχομένου για τη σχολική εκπαίδευση (photodentro.edu.gr), καθώς και την Ψηφιακή Εκπαιδευτική Πλατφόρμα e-me (e-me.edu.gr).



Στην εκπαιδευτική διαδικασία τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά των προϊόντων και των υπηρεσιών των ΤΠΕ αξιολογούνται περισσότερο παρά τεχνικά χαρακτηριστικά τους. (Μικρόπουλος, 2006).

### **2.1.1 ΤΠΕ και διδασκαλία της βιολογίας**

Σε αντίθεση με τη Φυσική και τη Χημεία στο μάθημα της Βιολογίας οι μαθητές δύσκολα μπορούν να ανακαλέσουν από την μνήμη τους εντυπωσιακά πειράματα παρα μόνο στην μνήμη τους θα υπάρχουν ώρες κουραστικής υπαγόρευσης και εντατική μελέτη. Η νέα τεχνολογία συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας της Βιολογίας, διότι προσθέτει στην παραδοσιακή διδασκαλία εργαλεία όπως η τηλεόραση, τα προγράμματα παρουσιάσεων, τις πολυμεσικές εφαρμογές, το διαδίκτυο, που επιτρέπουν την αναπαράσταση περιβαλλόντων του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου (από το κύτταρο, ως τον οργανισμό και τα οικοσυστήματα), την πραγματοποίηση εικονικών πειραμάτων των οποίων η εκτέλεση στο σχολικό εργαστήριο είναι ανέφικτη, την εικονική αναπαραγωγή φαινομένων που η διάρκειά τους είναι μεγαλύτερη της σχολικής ώρας, αν όχι της διάρκειας της ζωής μας (π.χ. της εξέλιξης) κ.ά. Αν και αυτό δείχνει να διευκολύνει αρκετά την παρουσίαση βιολογικών φαινομένων δυστυχώς τα βιολογικά συστήματα (όπως π.χ η φωτοσύνθεση ή η μεταβίβαση και εκδήλωση των κληρονομικών γνωρισμάτων) είναι πολύπλοκα οπότε τα ειδικά εκπαιδευτικά λογισμικά ουσιαστικά αποτελούν ιδεατά μοντέλα, για το πώς δομείται και λειτουργεί ένα σύστημα (Ψυχάρης, 2006).

Οι νέες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενισχύσουν την κατανόηση των εννοιών και να προάγουν έτσι την απόκτηση υψηλού επιπέδου δεξιοτήτων σκέψης. Πριν την χρήση των νέων τεχνολογιών θα πρέπει στην εκπαιδευτική διαδικασία να έχει προηγηθεί ο έλεγχος της αποκτηθείσας γνώσης και στην συνέχεια ένα καλά οργανωμένο σχέδιο μαθήματος να υποστηριχθεί από κάποιο λογισμικό ή άλλο τεχνολογικό μέσο (Gras-Velazquez, 2016).

Στην εκπαιδευτική διαδικασία η χρήση των νέων τεχνολογιών θα πρέπει να γίνεται επιλεκτικά, τόσο ως προς το θέμα διδασκαλίας όσο και ως προς την επιλογή του υλικού, καθώς θα πρέπει να συνοδεύονται από πλήρεις εξηγήσεις, οδηγίες και αρκετό αναστοχασμό (Ferdig et al., 2015). Αρκετοί ερευνητές διαπιστώνουν στην διδασκαλία της κυτταρικής λειτουργίας πως η χρήση 3d εικόνων προσφέρει την ευκαιρία να

ξεπεραστούν προβλήματα και τελικά οι μαθητές να συσχετίσουν δομές, ώστε να κατανοηθεί οι λειτουργίες του κυττάρου (Vijapurkar et al., 2014:Stasinakis & Nicolaou, 2016: Caine et al. 2015:Bagley & Galpin, 2015).

Συγκεκριμένα σε έρευνα των Στασινάκης και Νικολάου (2016) χρησιμοποιήθηκε σε 225 μαθητές της Β Λυκείου λογισμικό τρισδιάστατης οπτικοποίησης. Με την επιλεγμένη οπτικοποίηση οι μαθητές κατανόησαν τα επίπεδα οργάνωσης των πρωτεϊνών και τις αλληλεπιδράσεις που προκύπτουν στη σχέση δομής-λειτουργίας. Διαπιστώθηκε από την έρευνα πως αυξήθηκε η ικανότητα κριτικής σκέψης σε θέματα Βιολογίας, οι μαθητές αντιλήφθηκαν πως τα μακρομόρια έχουν δομή στο χώρο και επιπλέον συσχέτισαν της δομής στον χώρο με τις λειτουργίες τους.

Οι δυνατότητες των νέων τεχνολογιών δεν σταματούν όμως στην χρήση εκπαιδευτικών λογισμικών. Στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατασκευή μοντέλου μυϊκής ίνας από ομάδα φοιτητών που έλαβαν μυϊκά κύτταρα από εθελοντή συμφοιτητή τους. Με τη βοήθεια της 3d-εκτύπωσης ερευνητές Bagley & Galpin, (2015) κατόρθωσαν να φτιάξουν 3d-μοντέλα (500 φορές μεγαλύτερα από το πραγματικό μέγεθος) ανθρώπινων μυϊκών ινών ώστε να διδαχθεί διαθεματικά η έννοια των συστημάτων στη Βιολογία. Οι φοιτητές που συμμετείχαν σε αυτό το εργαστηριακό πρόγραμμα είχαν την ευκαιρία να πραγματοποιήσουν τεχνικές όπως η απομόνωση μεμονωμένων κυττάρων, η στοχευμένη σήμανση με φθορισμό οργανιδίων, η απεικόνιση με τη βοήθεια συνεστιακού μικροσκοπίου σάρωσης με laser, η επεξεργασία εικόνων με χρήση λογισμικού βιολογικής απεικόνισης ανοιχτού κώδικα και η τρισδιάστατη εκτύπωση μοντέλων πραγματικών κυττάρων από βιοπλαστικά υλικά. (Bagley & Galpin, 2015).

## 2.2 Εποικοδομητισμός

Το νέο επιστημονικό πεδίο που είναι πλέον γνωστό ως «**Διδακτική των Φυσικών Επιστημών**» (Science teaching/learning) μπορούμε να πούμε πως πολλές φορές ταυτίζεται με τον «**Εποικοδομητισμό**». (Niaz, et al. 2003). Σύμφωνα με τον Αθανασίου (2015) ο εποικοδομητισμός (κονστρουκτιβισμός) είναι μια θεωρία βασισμένη στην παρατήρηση και την επιστημονική μελέτη για το πώς μαθαίνουν οι άνθρωποι. Μέσα από τις εμπειρίες και τα βιώματα που ζουν οι άνθρωποι

κατασκευάζουν τη γνώση που έχουν για τον κόσμο. Όταν ερχόμαστε αντιμέτωποι με κάτι νέο, εμείς οι ίδιοι είμαστε δημιουργοί της γνώσης μας διότι θα πρέπει να το εναρμονίσουμε με τις προηγούμενες ιδέες και εμπειρίες μας, πιθανώς μεταβάλλοντας αυτό που ήδη πιστεύουμε ως σωστό ή απορρίπτοντας τις νέες πληροφορίες ως άσχετες.

Ο εποικοδομητισμός αντιπροσωπεύει μια από τις μεγάλες ιδέες στην εκπαίδευση. Θα μπορούσαμε να πούμε πως οι δύο πιο σημαντικές πτυχές του Εποικοδομητισμού είναι ο Γνωστικός Εποικοδομητισμός και ο Κοινωνικός Εποικοδομητισμός.

Ο γνωστικός κονστрукτιβισμός είναι βασισμένος στην θεωρία του Jean Piaget, η οποία αποτελείται από δύο μεγάλες ενότητες: η μία αφορά στα ηλικιακά στάδια, σύμφωνα με τα οποία, προβλέπεται το τι μπορούν και τι δεν μπορούν να μάθουν τα παιδιά σε διάφορα στάδια της ζωής τους και η άλλη, που είναι γνωστή ως Θεωρία της Ανάπτυξης, περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά αναπτύσσουν τις γνωστικές τους δυνατότητες. Ο Lev Vygotsky επίσης γνωστός γνωστικός ψυχολόγος, έδωσε περισσότερη έμφαση στο κοινωνικό πλαίσιο της μάθησης. Οι γνωστικές θεωρίες του Piaget έχουν αποτελέσει τη βάση για τη Ανακαλυπτική Μάθηση, στην οποία ο διδάσκων έχει ένα περιορισμένο ρόλο. Πολλοί θεωρούν εισηγητή του εποικοδομητισμού τον Ernst von Glasersfeld, άλλοι τον Kelly, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι αυτή η συνεισφορά είναι συνολική και έχει να κάνει με ένα σταδιακά αναδυόμενο συμβιβασμό (emerging consensus) στον οποίο κατέληξε το σύνολο των επιστημόνων που ασχολούνται τα τελευταία 20-30 χρόνια με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών ,παρόλο που ο εποικοδομητισμός έλκει τις ρίζες του στον Piaget, τον Vygotsky, και τον Ausubel, (Niaz, et al., 2003).

Εάν θέλουμε να συγκρίνουμε την παραδοσιακή διδασκαλία με τον εποικοδομητισμό θα παρατηρήσουμε τα εξής: στην παραδοσιακή διδασκαλία ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοδηγητικός, οι μαθητές εργάζονται κυρίως ατομικά, το πρόγραμμα σπουδών αρχίζει με μέρη του συνόλου και η μετάδοση των πληροφοριών είναι αποκλειστικά παθητική. Στην εποικοδομητική τάξη ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι διαλογικός, οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, το πρόγραμμα σπουδών αρχίζει με το όλο και επεκτείνεται στα επιμέρους και η μάθηση είναι ενεργητική. Σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό η μάθηση στην τάξη μπορεί να εμπλέξει μια σειρά από διαφορετικές πρακτικές διδασκαλίας όπως ενθάρρυνση να συμμετέχουν ενεργά οι

μαθητές στην μάθηση όπως τα πειράματα ή η επίλυση προβλήματος για να μπορέσουν αναστοχαστούν πάνω σε αυτή και να μιλήσουν για αυτό που κάνουν καθώς και για το πώς άλλαξε η αντίληψή τους για τη γνώση που έλαβαν. Ο εκπαιδευτικός ανιχνεύει αρχικά τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών του και στη συνέχεια καθοδηγεί τη δραστηριότητα για να τους φτάσει και να “κτίσει” έπειτα πάνω τους. Η κεντρική ιδέα λοιπόν του εποικοδομητισμού είναι ότι η ανθρώπινη μάθηση κατασκευάζεται και ότι οι μαθητευόμενοι χτίζουν τη νέα γνώση πάνω στην ήδη υπάρχουσα γνώση τους. Αυτή η άποψη για τη μάθηση, αντιπαραβάλλεται αισθητά με εκείνη στην οποία η μάθηση είναι η παθητική μετάδοση πληροφοριών από ένα άτομο σε άλλο, μια άποψη κατά την οποία η υποδοχή και όχι η κατασκευή, είναι η βασική αρχή.

### **2.2.1 Εποικοδομητισμός στην Σχολική Τάξη**

Ο εποικοδομητισμός όπως αναφέρθηκε και παραπάνω συνδέεται άμεσα με την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αλλά πως εφαρμόζεται πρακτικά στην τάξη; Σύμφωνα με τους Brooks και Brooks (1999) οι κατευθυντήριες αρχές του εποικοδομητισμού μπορούν να εφαρμοστούν στην τάξη. Η πρώτη αρχή αφορά την τοποθέτηση ενός προβλήματος προς τους μαθητές. Θέτοντας αρχικά έναν προβληματισμό οι μαθητές εστιάζουν στα ενδιαφέροντά τους και χρησιμοποιούν την προηγούμενη γνώση τους ως αφετηρία έτσι οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στην συζήτηση γύρω από το θέμα που τέθηκε αρχικά. Οι σχετικές ερωτήσεις που θα τεθούν στους μαθητές θα τους αναγκάσουν να συλλογιστούν και να εξετάσουν τις σκέψεις και τις αντιλήψεις τους. Μια άλλη αρχή στον εποικοδομητισμό είναι πως θα πρέπει η μάθηση να κτίζεται γύρω από τις αρχικές έννοιες. Οι μαθητές σύμφωνα με αυτήν την αρχή δεν λαμβάνουν τις έννοιες και τους όρους ενός μαθήματος σε κατατεμαχισμένα και ασύνδετα θέματα που είτε σχετίζονται είτε όχι μεταξύ τους αλλά γύρω από μια κύρια ιδέα ή έννοια και με αυτήν οικοδομούν την γνώση. Η χρήση των ευρύτερων εννοιών παρακινεί τον κάθε μαθητή να συμμετέχει ανεξάρτητα από τις ατομικές ιδιομορφίες, την ιδιοσυγκρασία και τις διαθέσεις του. Αμέσως μετά γίνεται η εκτίμηση των απόψεων των μαθητών. Αυτή η αρχή επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να αξιολογεί τις διαδικασίες συλλογισμού και σκέψης των μαθητών, που επιτρέπουν στη συνέχεια να προκαλέσουν περαιτέρω τους μαθητές ώστε να καταστεί η μάθηση ουσιαστική. Για να επιτύχει, εν τούτοις, κάτι τέτοιο, θα πρέπει ο

εκπαιδευτικός να θέλει να ακούει τους μαθητές και να δίνει ευκαιρίες να ακουστούν οι απόψεις τους. Μια ακόμη αρχή είναι η προσαρμογή του προγράμματος σπουδών προς την κατεύθυνση αυτών που αφορούν τους μαθητές. Η προσαρμογή των διδακτικών στόχων στην εξέταση των υποθέσεων που κάνουν οι ίδιοι οι μαθητές. Η τελική αρχή η αξιολόγηση της μάθησης στα πλαίσια της διδασκαλίας. Η αυθεντική αξιολόγηση επιτυγχάνεται καλύτερα μέσω της διδασκαλίας με τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τον μαθητή και τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε μαθητή και μαθητή και από την παρατήρηση των μαθητών μέσα σε ένα ουσιαστικό πλαίσιο.

Η εποικοδομητική προσέγγιση θέτει τον μαθητή στο κέντρο του ενδιαφέροντος, ζητώντας να δημιουργήσει τη δική του γνώση, με σεβασμό στα δικά του ενδιαφέροντα και κλίσεις πλησιάζοντας έτσι τα προβλήματα της διδασκαλίας και της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες. Επιζητά να βιώσει ο μαθητής το ‘επιστημονικό γίνεσθαι’ σε ένα κλίμα ισοτιμίας και υπευθυνότητας για τις αντιλήψεις και τις αποφάσεις του. Ο απώτερος στόχος είναι να δικαιωθεί ο ίδιος ο μαθητής για τις προσπάθειες του τόσο μέσα όσο και έξω από το σχολείο, λειτουργώντας πιο αρμονικά με το ‘γίνεσθαι’ στο φυσικό, τεχνολογικό και κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο ζει. Ο εποικοδομητισμός, στην πραγματικότητα, ενεργοποιεί την έμφυτη περιέργεια του μαθητή για τον κόσμο αλλά και για το πώς λειτουργούν τα πράγματα. Οι μαθητές μαθαίνουν να κάνουν υποθέσεις, να ελέγχουν τις υποθέσεις τους, και τελικά, να εξάγουν συμπεράσματα από τα ευρήματά τους (Αθανασίου,2015).

### **2.3 Εννοιολογική Αλλαγή**

Μέσα από την Θεωρία της Εννοιολογικής Αλλαγής εκφράζεται η αντιπαράθεση ανάμεσα στην προϋπάρχουσα και τη νέα γνώση. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία η εννοιολογική αλλαγή επιτυγχάνεται όταν στη μαθησιακή διαδικασία μία προϋπάρχουσα ιδέα για ένα φαινόμενο ή έναν όρο κάποιου γνωστικού αντικειμένου που κατέχει ο μαθητής, μετατοπίζεται και αναδομείται, συχνά σε διαφορετική κατεύθυνση από την εναλλακτική ή την λανθασμένη άποψη και προς την κατεύθυνση της άποψης που είναι επικρατής ανάμεσα στους ειδικούς του αντικειμένου (Tanner and Allen, 2005).

Αρκετές προϋπάρχουσες αντιλήψεις εντοπίζονται εύκολα. Οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να δείχνουν ευαισθησία στις διαφορετικές απόψεις και όψεις που θα δώσουν οι μαθητές σε μια γνώση ή εμπειρία. Όταν παρουσιάζεται στον εκπαιδευτικό κάτι διαφορετικό ή χωρίς συνοχή θα πρέπει να το θεωρεί ως ευκαιρία για μάθηση και όχι να το αγνοεί και να το παραμερίζει. Η μάθηση που στοχεύει στην εννοιολογική αλλαγή, προϋποθέτει πως οι μαθητές θα πρέπει να φέρουν σε σύγκρουση τις προϋπάρχουσες και τη νέα γνώση για να επέλθει η λύση που θα επιφέρει την κατανόηση. Έτσι και στη διδασκαλία που αποσκοπεί στην κατανόηση των πιο σημαντικών αρχών της Βιολογίας και την εννοιολογική αλλαγή στο μυαλό των μαθητών, θα πρέπει να κατανοεί την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών, να την εξετάζει, να εντοπίζει την πιθανή σύγχυση και τελικά, να δίνει ευκαιρίες για σύγκρουση ανάμεσα στις νέες και τις παλιές αντιλήψεις (Αθανασίου,2015).

Η εννοιολογική αλλαγή είναι μία ιδιαίτερα απαιτητική διαδικασία, απαιτεί χρόνο και προσπάθεια. Τα παιδιά δυσκολεύονται με τη μάθηση κυρίως στις επιστημονικές και μαθηματικές έννοιες οι οποίες συγκρούονται με τις προϋπάρχουσες έννοιες τις οποίες έχουν διαμορφώσει μέσα από την καθημερινή τους εμπειρία προτού εκτεθούν στη σχολική γνώση. Τα παιδιά όταν εκτίθενται στη σχολική διδασκαλία έχουν ήδη δομήσει διαισθητικές θεωρίες για διάφορους επιστημονικούς τομείς. Αυτές οι αφελείς θεωρίες των παιδιών διαφέρουν σημαντικά από τις επιστημονικές ως προς τη δομή τους, το εύρος των φαινομένων που εξηγούν και τις έννοιες που περιλαμβάνουν (Carey, 2000; Vosniadou, 2013). Συνεπώς, η μάθηση της επιστήμης απαιτεί σημαντικές εννοιολογικές αλλαγές γι' αυτό και αποτελεί ένα αρκετά δύσκολο εγχείρημα για τους μαθητές. Η εννοιολογική αλλαγή περιλαμβάνει δημιουργία νέων επιστημολογικών πεποιθήσεων και νέων αναπαραστάσεων. Αρκετές έννοιες της επιστήμης της βιολογίας όπως η κληρονομικότητα, η φωτοσύνθεση και η εξελικτική θεωρία του Δαρβίνου κατακτώνται μόνο μέσα από τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής.

## **Κεφάλαιο 3. Προτάσεις διδασκαλίας για το μάθημα της βιολογίας**

### **3.1 Μεταλλάξεις που Δημιουργούν Διαφορετικό Φαινότυπο**

#### **3.1.1 Προέλευση Ονομάτων Ασθενειών**

Αρκετά σύνδρομα έχουν πάρει το όνομά τους από τον γιατρό που αναγνώρισε αρχικά την κατάσταση. Ορισμένα γνωστά σύνδρομα δεν σχετίζονται απαραίτητα με τον γιατρό που ανέφερε αρχικά την κατάσταση, αλλά εναλλακτικά με τον ασθενή (indicator patient), με μια γεωγραφική θέση (σύνδρομο Ambras) ή με κάποιο ιστορικό (Marie Antoinette), λογοτεχνικό (Rapunzel) ή μυθολογικό περιεχόμενο (Thersites complex). (Trueb, 2018).

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο η βιολογία λόγω της ιδιαιτερότητας ότι αναφέρεται σε μικροσκοπικό και υπο μικροσκοπικό επίπεδο δυσκολεύει την κατανόηση ή την χρήση των όρων της βιολογίας. Σίγουρα οτιδήποτε μπορούν οι ίδιοι οι μαθητές να διαπιστώσουν σε μακροσκοπικό επίπεδο όπως π.χ. έναν περίεργο φαινότυπο θα προκαλούσε σίγουρα ενδιαφέρον. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο έχουν επιλεγεί ορισμένες μεταλλάξεις που προκαλούν περίεργο ή διαφορετικό φαινότυπο και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην διδασκαλία της βιολογίας στην μέση εκπαίδευση.

#### **3.1.2 Παραδείγματα Μεταλλάξεων για διδακτική αξιοποίηση στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση**

Στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση οι μεταλλάξεις ως βιολογική έννοια εισάγονται στην Γ΄ Γυμνασίου και συγκεκριμένα στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο με τίτλο «Διατήρηση και συνέχεια της ζωής». Στην Γ΄ γυμνασίου η αναφορά στις μεταλλάξεις στο ανθρώπινο οργανισμό είναι σχετικά μικρή και οι έννοιες απλές και σύντομες. Συγκεκριμένα αναφέρονται οι ορισμοί: μετάλλαξη, μεταλλαξογόνοι παράγοντες και ως παραδείγματα δίνονται ο αλφισμός και το σύνδρομο Down. Στην Β΄ Λυκείου στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο με τίτλο «Γενετική» αφού έχει προηγηθεί η διδασκαλία του κύκλου ζωής του κυττάρου, η κυτταρική διαίρεση αλλά και η ροή της γενετικής πληροφορίας (αντιγραφή, μεταγραφή, μετάφραση του γενετικού υλικού) διδάσκονται οι γονιδιακές μεταλλάξεις και οι

χρωμοσωμικές ανωμαλίες. Επίσης στην Γ΄ Λυκείου στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο με τίτλο «Μεταλλάξεις» όπου οι μαθητές διδάσκονται τις μεταλλάξεις πιο αναλυτικά. Εκτός από την επανάληψη του ορισμού της μετάλλαξης γίνεται μελέτη της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας, αναφέρονται επίσης οι γενετικές διαταραχές των αιμοσφαιρινών του ανθρώπου, μεταλλάξεις σε γονίδια που κωδικοποιούν ένζυμα δημιουργούν τις διαταραχές του μεταβολισμού και οι χρωμοσωμικές ανωμαλίες. Στο τέλος του κεφαλαίου υπάρχει και ένα μικρό κομμάτι που διδάσκεται και αναφέρεται στην γενετική καθοδήγηση.

Τα παρακάτω παραδείγματα που περιγράφονται στην παρούσα έρευνα αφορούν μεταλλάξεις που δημιουργούν περίεργο φαινότυπο στους ανθρώπους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναφορικά και όχι αναλυτικά με διάφορους τρόπους στα κεφάλαια των σχολικών βιβλίων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η χρήση αυτών των περιπτώσεων εξαρτάται από τον εναπομείναντα χρόνο διδασκαλίας, την δυνατότητα και την ευελιξία να χρησιμοποιηθεί από τον εκάστοτε διδάσκοντα του μαθήματος. Η χρήση τους μπορεί να είναι απλή αναφορά σε παραδείγματα μεταλλάξεων που δίνουν κάποιο ασυνήθιστο φαινότυπο για την εισαγωγή της έννοιας της μετάλλαξης, την χρήση εικόνων από την βιβλιογραφία για να κατανοήσουν τις επιπτώσεις των μεταλλάξεων, ως παραδείγματα για έναν καταιγισμό ιδεών από τους μαθητές όπου μπορούν με την βοήθεια του καθηγητή να ανατρέξουν και σε ιστορικά στοιχεία ή να συνδέσουν τις εικόνες με την επιστημονική φαντασία, τα κινούμενα σχέδια (π.χ. Shrek, Ariel, Η πεντάμορφη και το τέρας κ.ά.)

Τέλος θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για να ενισχύσουν τη διαθεματικότητα του μαθήματος. Έχουν επιλεγεί 9 παραδείγματα μεταλλάξεων που προκαλούν περίεργο φαινότυπο στους ανθρώπους που θα μπορούσαν να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών. Σε κάθε μια περίπτωση περιγράφεται εν συντομία ο γενικός φαινότυπος, η βιολογική αιτία.

### **1. Δισχιδής ράχη - Spina Bifida**

Μια από τις πρώτες περιπτώσεις ανθρώπων που εμφανίζουν μία δομή που μοιάζει με ουρά περιγράφεται εκτενώς το 1900 σε δημοσίευση του νοσοκομείου Johns Hopkins όταν ο Δρ. Watson παρουσίασε ένα μωρό με μια δομή όμοια με ουρά η οποία μοιάζει



αρκετά με αυτή του γουρουνιού. Στον άνθρωπο στην δισχιδή ράχη η αποτυχία σύγκλεισης του οπίσθιου τμήματος σε έναν ή περισσότερους σπονδύλους κατα την εμβρυική ανάπτυξη του σπονδυλικού σωλήνα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός “κενού” χώρου. Υπάρχουν τρεις μορφές της δισχιδούς ράχης, η λανθάνουσα, η μυελομηνιγοκήλη και η μηνιγοκήλη. Η εμφάνιση ουράς σε ανθρώπους περιγράφεται στη βιβλιογραφία από τις αρχές του 1900 (Gaskill and Marlin, 1989). Αναφορές για ανθρώπους με δομές που μοιάζουν με ουρά καταγράφηκαν από τον Πλίνιο και τον Πausανία, διάσημοι συγγραφείς από τον πρώτο και τον δεύτερο αιώνα, αντιστοίχως (Bartels, 1884, Harrison, 1901; Bondeson, 1997). Ο Πλίνιος περιγράφει τους ανθρώπους με ουρά που ζουν στην Ινδία, ενώ ο Πausανίας έγραψε για απομονωμένες φυλές ανθρώπων με μακριά ουρά και αποκρουστικά πρόσωπα που ζουν σε νησιά του Ατλαντικού Ωκεανού. Ο Μάρκο Πόλο επίσης περιέγραψε φυλές με ουρά κατά τη διάρκεια των ταξιδιών του στην Ασία. Άλλες αναφορές γίνονται τη δεκαετία του 1700 σε ιστορίες για ξωτικά με ουρές που ζουν στα σκανδιναβικά δάση ενώ την δεκαετία του 1840 και του 1850, πολλοί Γάλλοι ανθρωπολόγοι δημοσιεύουν άρθρα σχετικά με μια συγκεκριμένη φυλή ανθρώπων με ουρά που αναφέρονται ως "Niam-Niams" που ζουν μέσα στις έρημες περιοχές της Κεντρικής Αφρικής όπου περιέγραψαν αυτές τις φυλές ως άγριες και κανιβαλιστικές (Bondeson, 1997). Ωστόσο, από τις αρχές του 1900, οι γιατροί έχουν καταγράψει αρκετές περιπτώσεις βρεφών που έχουν ουρά ή δομή που μοιάζει με ουρά στις οποίες τα περισσότερα από αυτά τα άτομα παρουσιάζουν και άλλες ανωμαλίες, ενώ μερικά από αυτά τα άτομα είναι υγιή. (Harrison, 1901, Parsons 1960, Bondeson 1997). Μια ενδιαφέρουσα πτυχή της σχετικής βιβλιογραφίας είναι η μεγάλη ποικιλία της κοινωνικής κατάστασης που αποδίδεται στην ουρά του ανθρώπου. Για ορισμένους, η ουρά θεωρήθηκε ως σύμβολο κοινωνικής θέσης, ενώ σε άλλους ήταν ανεπιθύμητη (παραπομπές από Tubbs et al. 2016). Η δισχιδής ράχη ή η αποτυχία σύγκλεισης του νευρικού σωλήνα κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης είναι μια σοβαρή δυσπλασία που εμφανίζεται σε τρεις έως τέσσερις ανά 10.000 γεννήσεις στις Ηνωμένες Πολιτείες και σε δύο έως έξι ανά 10.000 γεννήσεις ανά τον κόσμο (Blumenfeld & Belfort 2018). Τα αίτια σχηματισμού της δισχιδούς ράχης είναι τόσο γενετικά όσο και περιβαλλοντικά. Πολλές έρευνες δείχνουν ότι η ανεπάρκεια πριν αλλά και κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης φυλλικού οξέος οδηγούν σε αυτήν αλλά και ότι μειώνεται η εμφάνισή της μετά την λήψη συμπληρώματος φυλλικού οξέος (παραπομπές από Venkataramana 2011). Οι συνηθέστεροι προγεννητικοί έλεγχοι είναι ο υπέρηχος αλλά και η ποσότητα της έμβρυο-πρωτεΐνης άλφα του ορού της μητέρας.

## Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Το παράδειγμα αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί στην Α Γυμνασίου και συγκεκριμένα στο 5ο κεφάλαιο με τίτλο το μυοσκελετικό σύστημα του ανθρώπου. Αν και οι μικροί σε ηλικία μαθητές δεν γνωρίζουν ακόμα για το αναπαραγωγικό σύστημα (διδάσκεται στην β' γυμνασίου) αλλά και για το νευρικό σύστημα του ανθρώπου, θα μπορούσε να αναφερθεί ως έναυσμα για συζήτηση όσον αφορά την σπονδυλική στήλη αλλά και τον νευρικό σωλήνα. Στην Α' Λυκείου αφού οι μαθητές έχουν διδαχθεί το αναπαραγωγικό σύστημα (κεφάλαιο 12) αλλά και το νευρικό σύστημα (κεφάλαιο 9) διδακτικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για διάλογο αλλά και για την πραγματοποίηση κάποιου προγράμματος σχολικών δραστηριοτήτων (αγωγής υγείας) όπου θα αναδεικνύονταν και η σημασία του προγεννητικού ελέγχου, η σύνδεση της ανεπάρκειας του φυλλικού οξέος και η κατανόηση του κεντρικού νευρικού συστήματος.

### **2. Ακρομεγαλία - Acromegaly**

Ο όρος ακρομεγαλία αναφέρεται στη χαρακτηριστική ανάπτυξη των άκρων, είναι μια χρόνια ασθένεια που συνδέεται με σημαντική νοσηρότητα και αυξημένη θνησιμότητα. Προκαλείται από την υπερβολική έκκριση της αυξητικής ορμόνης, συνήθως λόγω αδενώματος της υπόφυσης στους ενήλικες. Ο γιγαντισμός συμβαίνει κατά την παιδική ηλικία. Ο γιγαντισμός είναι μια σπάνια κατάσταση που σχετίζεται με την υπερέκκριση της αυξητικής ορμόνης (GH) από όγκο της υπόφυσης ή υπερπλασία αυτής, οδηγώντας σε παθολογικό ύψος (Davies & Cheetham 2014, Eugster & Pescovitz 1999). Ο παράγοντας IGF-I είναι αυτός που προκαλεί την αύξηση των ιστών στο σώμα. Το γονίδιο της αυξητικής ορμόνης (GH1) που βρίσκεται στο χρωμόσωμα 17 και κωδικοποιεί την εντολή για την σύνθεση της υποφυσιακής GH (Alatzoglou et al. 2010). Από τους ερευνητές Beckers et al. 2015 περιγράφεται μια νέα διαταραχή του ακρογιγαντισμού (X-LAG) που συνδέεται με το X χρωμόσωμα, η οποία οφείλεται σε γονιδιακές μεταλλάξεις στο χρωμόσωμα X που περιλαμβάνουν συγκεκριμένο γονίδιο (Trivellin, et al., 2014). Το X-LAG χαρακτηρίζεται από υπερβολική ανάπτυξη που συνήθως αρχίζει κατά το πρώτο έτος ζωής σε προγενέστερα φυσιολογικά βρέφη. Σε αναζήτηση σε διάφορους ιστότοπους καταγράφεται ως ψηλότερος άντρας ο Robert Pershing Wadlow γνωστός και ως Alton Giant με ύψος 2,72 που έζησε από το 1918 έως το 1940 στο Ιλινόις των ΗΠΑ ενώ η ψηλότερη γυναίκα που έχει καταγραφεί ήταν η Zeng Jinlian με ύψος 2,48 που έζησε από το 1964 έως το 1982 στη Κίνα. Ενδιαφέρον

και περιέργεια προκαλεί ότι αρκετοί γνωστοί ηθοποιοί έπασχαν από μεγαλακρία όπως ο αμερικανός ηθοποιός Richard Dawson Kiel (συμμετείχε σε ταινίες του Τζέιμς Μποντ το 1977) και ο ήρωας των κινουμένων σχεδίων Shrek ο οποίος έχει όλα τα χαρακτηριστικά της μεγαλακρίας (θεωρείται πιθανό πως η μορφή του βασίστηκε σε έναν παλαιστή που λεγόταν Μορίς Τιλέ).

Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Στο μάθημα της βιολογίας στην Α΄ τάξη του Λυκείου διδάσκεται το κεφάλαιο 11 όπου οι μαθητές μαθαίνουν για τους ενδοκρινείς αδένες. Η παράθεση νέων όρων αποθαρρύνει τους μαθητές προσπαθήσουν τουλάχιστον να αναφέρουν και να μάθουν κάποιους από αυτούς. Η χρήση του συγκεκριμένου παραδείγματος θα μπορούσε να αποτελέσει μια πρόκληση του ενδιαφέροντος και ίσως μια καλύτερη προσέγγιση του θέματος. Το παράδειγμα μας δίνει και αρκετές πληροφορίες για το 6ο κεφάλαιο (Μεταλλάξεις) της Γ΄ Λυκείου στο οποίο οι μαθητές έχουν επιλέξει την ομάδα προσανατολισμού σπουδών υγείας. Οι μαθητές θα μπορούσαν να διαπιστώσουν το αποτέλεσμα των δομικών χρωμοσωμικών ανωμαλιών.

### **3. Εκτροδακτυλία - Ectrodactyly-ectodermal dysplasia cleft lip/palate**

Η εκτροδακτυλία είναι μια σπάνια αναπτυξιακή ανωμαλία των άκρων η οποία έχει ως χαρακτηριστικά την πλήρη απουσία των φαλάγγων κάποιων δακτύλων των χεριών ή των ποδιών και συνδυάζεται με σχισμές στα άκρα. Η εκτιμώμενη συχνότητα εκτροδακτυλίας, στην οποία μόνο τα άκρα επηρεάζονται, είναι 1 στις 18.000 γεννήσεις (Blitz & Rochenson, 2016). Συνήθως προκύπτει όταν συμβαίνουν αυτόματες (de novo) μεταλλάξεις (Seidler et al., 2014). Στις περισσότερες περιπτώσεις η αιτία του συνδρόμου EEC (Ectrodactyly-ectodermal dysplasia cleft lip/palate) είναι οι μεταλλάξεις στο γονίδιο TP63 το οποίο βρίσκεται στο χρωμόσωμα 3. Σε σπάνιες περιπτώσεις άτομα με το σύνδρομο EEC έχουν ελλείψεις ή μετατοπίσεις στον μακρύ βραχίονα του χρωμοσώματος 7.

Το 1866 γεννιέται στο Somerville ο Fred Wilson ένας επαγγελματίας σε «σόου τεράτων» (freak show). Η εκτροδακτυλία είναι ένα γενετικό χαρακτηριστικό που μεταβιβάζεται στα μέλη της οικογένειας Stiles για πάνω από έναν αιώνα, και μέσα από πολλές γενιές. Ο Grady Stiles Jr είναι γνωστός και ως «Το αγόρι αστακός». Γνωστός ηθοποιός που συμμετέχει στην σειρά «The American Horror Story» έχει μία μορφή εκτροδακτυλίας.

Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Οι πληροφορίες που παίρνουμε από αυτό το παράδειγμα είναι αρκετές για τους μαθητές που έχουν επιλέξει την ομάδα προσανατολισμού σπουδών υγείας (Γ' Λυκείου). Πληροφορίες που αντλούμε για το 6ο κεφάλαιο (Μεταλλάξεις) είναι οι αυτόματες μεταλλάξεις, ο ρόλος της προγεννητικής διάγνωσης, γενετική συμβουλευτική σε ένα υποθετικό σενάριο.

#### 4. Σύνδρομο Ambras

Το σύνδρομο Ambras (#145701, HYPERTRICHOSIS UNIVERSALIS CONGENITA, AMBRAS TYPE; HTC1) είναι μια σπάνια μορφή συγγενούς υπερτρίχωσης, που χαρακτηρίζεται από δυσμορφικά χαρακτηριστικά του προσώπου (Kundoor et al., 2016). Το σύνδρομο Ambras περιγράφηκε πριν από 20 χρόνια. Η αρχική έρευνα επικεντρώθηκε σε σημαντικά χαρακτηριστικά που το διαχωρίζουν από άλλες μορφές συγγενούς υπερτρίχωσης. Το σύνδρομο Ambras (AS) περιγράφηκε για πρώτη φορά από τους Baumeister et al. το 1993 σε μια προσπάθεια να αποσαφηνιστεί η ορολογία της υπερτρίχωσης. (Rashid & White, 2007). Στην γενικευμένη συγγενή υπερτρίχωση υπάρχει γενετική ετερογένεια. Το γονίδιο που σχετίζεται με τη συγκεκριμένη μορφή υπερτρίχωσης είναι το *HTC1* το οποίο βρίσκεται στο χρωμόσωμα 8 (μακρύς βραχίονας q, χρωμοσωμική περιοχή 22).

Η πρώτη καταγεγραμμένη περίπτωση του συνδρόμου Ambras πιστεύεται ότι είναι αυτή του Petrus Gonzalvus. Ο Γκονζάλβους γεννήθηκε το 1556 και μεταφέρθηκε στη Γαλλία όπου παρουσιάστηκε ως “δώρο” στους ευγενείς. Μόλις συνειδητοποιήσαν ότι ο Petrus ήταν ένα λαμπρό νεαρό μυαλό, εκπαιδεύτηκε. Στη συνέχεια απέκτησε απογόνους με την γυναίκα του Κάθριν με παρόμοια χαρακτηριστικά. Τελικά, αυτή η οικογένεια ήταν γνωστή ως οικογένεια Ambras. Το όνομα Ambras δόθηκε επειδή τα οικογενειακά πορτρέτα ανακαλύφθηκαν στο κάστρο Ambras μέσα από μια συλλογή έργων τέχνης που ξεκίνησε από τον Φερδινάνδο Β (1529-1595). Αν και ο Gonzalvus γεννήθηκε στις Καναρίους Νήσους και έζησε στη Γαλλία, το κάστρο Ambras είναι στη σημερινή Αυστρία. Σήμερα, οι ίδιοι πίνακες βρίσκονται στο μουσείο Kunsthistorisches της Βιέννης. Αν φαίνεται γνωστή η ιστορία, αυτό οφείλεται στο ότι ο Πέτρος και η Κάθριν είναι το ζευγάρι που ενέπνευσε το γνωστό παραμύθι η Πεντάμορφη και το Τέρας.

Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Το παράδειγμα μας δίνει και αρκετές πληροφορίες για το κεφάλαιο “Μεταλλάξεις” της Γ’ Λυκείου πάλι έχουμε την ευκαιρία να παρουσιάσουμε το αποτέλεσμα μιας δομικής χρωμοσωμικής ανωμαλίας (αναστροφή).

## 5. Μυρμηκιομορφη Επιδερμοδυσπλασία- *Epidermodysplasia verruciformis*

Η μυρμηκιομορφη επιδερμοδυσπλασία (*Epidermodysplasia verruciformis*) είναι μια σπάνια κληρονομική γενετική διαταραχή, με κύριο χαρακτηριστικό την εκτεταμένη κατανομή θηλωμάτων στο σώμα. Χαρακτηρίζεται από δενδροειδείς εκφύσεις που καλύπτουν τα χέρια και τα πόδια του πάσχοντος, με αποτέλεσμα να μοιάζουν με ρίζες δέντρων. Η μυρμηκιομορφη επιδερμοδυσπλασία μπορεί να προκληθεί από μετάλλαξη σε ένα ή και στα 2 γονίδια (γονίδιο *EVER2*). Η μυρμηκιομορφη επιδερμοδυσπλασία είναι γενετική διαταραχή του δέρματος που σχετίζεται με συγκεκριμένο στέλεχος του ιού των ανθρώπινων θηλωμάτων (EV HPVs).

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της ασθένειας είναι η ανοσοαντοχή π.χ. ανικανότητα να αναγνωρίζει και να απορρίπτει ιούς HPVs (Jablonska & Majewski book). Τα γονίδια *EVER* κωδικοποιούν διαμεμβρανικές πρωτεΐνες που βρίσκονται στο ενδοπλασματικό

δίκτυο, οι οποίες λειτουργούν ως ρυθμιστές στους ιοντικούς μεταφορείς ή ιοντικά κανάλια τα οποία σχετίζονται με την μεταγωγή σήματος (Orth, 2006). Ο Ντέντε Κοσβάρα, 42 ετών, γνωστός και σαν άνθρωπος-δέντρο έγινε γνωστός επειδή έπασχε από αυτή τη σπανιότατη και ανίατη ασθένεια είχε σαν αποτέλεσμα τα άκρα του να αναπτύσσονται σαν κλαδιά δέντρου.

Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Η σύνδεση του συγκεκριμένου παραδείγματος μπορεί να γίνει σε αρκετές θεματικές ενότητες. Αρχικά θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν οι πληροφορίες για τις διαμεμβρανικές πρωτεΐνες και τον ρόλο τους για τους μαθητές της Β΄ Λυκείου οι οποίοι διδάσκονται στο 2ο κεφάλαιο για την πλασματική μεμβράνη. Επίσης στην ίδια τάξη πλέον έχει μεταφερθεί η διδασκαλία του βιβλίου της βιολογίας γενικής παιδείας (Γ΄ Λυκείου). Απο το συγκεκριμένο βιβλίο διδάσκεται το κεφάλαιο για τους μηχανισμούς άμυνας του ανθρώπου (αναφορά στην ανοσοανοχή) αλλά και η ενότητα για τα σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα (αναφορά στους ιούς HPVs ). Τέλος για την Γ΄ Λυκείου μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες για το 5ο κεφάλαιο (Μενδελική κληρονομικότητα) αλλά και για το 6ο (Μεταλλάξεις).

## 6. Σειρηνομελία- Sirenomelia

Η Σειρηνομελία είναι μία πάθηση γνωστή και ως «Σύνδρομο Γοργόνας», που χαρακτηρίζεται από την ένωση των ποδιών. Η σπάνια εκ γενετής δυσμορφία κάνει τα πόδια να μοιάζουν με ένα ενιαίο μέλος, σαν ουρά ψαριού. Δύο βασικές υποθέσεις έχουν αναπτυχθεί για να εξηγήσουν την παθογένεια της Σειρηνομελία είναι η θεωρία της βλαστογενετικής και η θεωρία της αγγειακής διαταραχής (Orioli et al., 2011). Η πρώτη υπόθεση αναφέρει μια μεταβολή στην ανάπτυξη του ουραίου τμήματος του μεσοδέρματος (Duesterhoeft et al., 2007, Garrido-Alleruz et al., 2011), ενώ το δεύτερο υποθέτει μια ανώμαλη ανάπτυξη του ουραίου τμήματος του εμβρύου λόγω ανεπαρκούς παροχής αίματος (Hentschel et al., 2006). Υπάρχουν λίγοι καθιερωμένοι παράγοντες κινδύνου που μπορεί να σχετίζονται με την ανάπτυξη της. Οι γοργόνες με τη μορφή γυναίκας από τη μέση και πάνω και με τη μορφή ψαριού από τη μέση και κάτω είναι γνωστές από το παραμύθι του Χανς Κρίστιαν Άντερσεν «Η Μικρή Γοργόνα» το οποίο

έχει μετατραπεί και σε κλασικό κινούμενο σχέδιο. Οι γοργόνες απεικονίζονται επίσης σε έργα ζωγραφικής, βιβλία, ταινίες και κόμικ.

Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Στο μάθημα της βιολογίας στην Α΄ τάξη του Λυκείου διδάσκεται το κεφάλαιο 12 όπου οι μαθητές μαθαίνουν το αναπαραγωγικό σύστημα του ανθρώπου αλλά και για την ανάπτυξη του εμβρύου. Η χρήση του συγκεκριμένου παραδείγματος θα μπορούσε να αποτελέσει μια πρόκληση του ενδιαφέροντος και ίσως μια καλύτερη προσέγγιση του θέματος της οργανογένεσης.

### 7. Σύνδρομο Hutchinson-Gilford (HGFS)

Το σύνδρομο Hutchinson-Gilford (HGFS) (#176670, HUTCHINSON-GILFORD PROGERIA SYNDROME; HGFS) είναι πολύ σπάνιο. Περιγράφηκε αρχικά το 1886 από τον Hutchinson και αργότερα (1904) από τον Gilford. Το σπάνιο αυτό κληρονομικό νόσημα προσβάλλει το δέρμα, το μυοσκελετικό σύστημα και τα αγγεία και χαρακτηρίζεται από εκδηλώσεις πρόωρου γήρατος (Brown, 1992). Το HGFS συνδέεται με σοβαρή νοσηρότητα και θνητότητα, σαν αποτέλεσμα επιταχυνόμενης αρτηριοσκλήρυνσης των εγκεφαλικών και των στεφανιαίων αρτηριών, οδηγώντας σε πρόωρο θάνατο στην διάρκεια της 1<sup>ης</sup> ή 2<sup>ης</sup> δεκαετίας της ζωής. Πάντως, σε αντίθεση με την αρτηριοσκλήρυνση την απαντώμενη στο γενικό πληθυσμό, η μόνη ανωμαλία των λιπιδίων που παρατηρείται στην προγηρία είναι η ελάττωση των επιπέδων των HDL. Σε πολλούς ασθενείς με HGFS έχουν βρεθεί *de novo* σημειακές μεταλλάξεις του γονιδίου *LMNA*. Οι μεταλλάξεις αυτές οδηγούν σε ανωμαλία της κυτταρικής διαίρεσης και του σχηματισμού και της αναδόμησης του κολλαγόνου και της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας (Pollex & Hegele, 2004).

Οι μεταλλάξεις που προκαλούν το σύνδρομο Hutchinson-Gilford έχουν σαν αποτέλεσμα την παραγωγή μιας μη φυσιολογικής εκδοχής της λαμίνης Α. Η αλλοιωμένη πρωτεΐνη καθιστά τον πυρηνικό φάκελο ασταθή και βλάπτει προοδευτικά τον πυρήνα, καθιστώντας πιο πιθανό να πεθάνουν τα κύτταρα πρόωρα. Η αρτηριοσκλήρυνση οδηγεί σε σοβαρές καρδιαγγειακές επιπλοκές στη διάρκεια της παιδικής και εφηβικής ηλικίας ή στη πρόωμη ενήλικη ζωή. Ο θάνατος είναι συνήθως αποτέλεσμα των επιπλοκών της καρδιοπάθειας ή της εγκεφαλοαγγειακής νόσου (καρδιακή προσβολή ή εγκεφαλικό

επεισόδιο) γενικά στην ηλικία των 6-20 ετών (μέσος όρος ζωής 13 έτη) (Pollex & Hegele, 2004). Αρκετά γνωστή είναι η περίπτωση του Sam Berns που διαγνώστηκε με το σύνδρομο Hutchinson-Gilford (προγηρία) ο οποίος μαζί με τους γονείς του αποφάσισαν με τη βοήθεια φίλων και συνεργατών τους, να δημιουργήσουν το Ίδρυμα Έρευνας για την Προγηρία (Progeria Research Foundation), τον μοναδικό μη κερδοσκοπικό οργανισμό παγκοσμίως, με σκοπό την έρευνα για την προγηρία.

Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Η σύνδεση του συγκεκριμένου παραδείγματος μπορεί να γίνει σε αρκετές θεματικές ενότητες. Αρχικά θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν οι πληροφορίες για τις διαταραχές του μυϊκού συστήματος για τους μαθητές της Α΄ Λυκείου οι οποίοι διδάσκονται στο 8ο κεφάλαιο για το μυϊκό σύστημα. Στην Β΄ Λυκείου και συγκεκριμένα στο 2ο κεφάλαιο (ενότητα 2.3 Μια περιήγηση στο εσωτερικό του κυττάρου) θα μπορούσαν να αναφερθούν οι λαμίνες αλλά και η δομή του πυρήνα. Τέλος για την Γ΄ Λυκείου μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες για το 6ο κεφάλαιο που αναφέρεται στις μεταλλάξεις.

## 8. Σύνδρομο του Πρωτέα

Το σύνδρομο του Πρωτέα (#176920, PROTEUS SYNDROME) είναι μια πολύ σπάνια διαταραχή που χαρακτηρίζεται από προοδευτική υπερανάπτυξη του σκελετού, του δέρματος, του λιπώδους ιστού και του κεντρικού νευρικού συστήματος. Το σύνδρομο αυτό πήρε το όνομά του από τον Έλληνα θεό Πρωτέα, ο οποίος μπορούσε να αλλάζει μορφή με τη θέλησή του.

Η αιτιολογία του συνδρόμου δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως αν και οι μεταλλάξεις του γονιδίου *AKT1* αναγνωρίστηκαν πρόσφατα ως σημαντική αιτία αυτής της ασυνήθιστης ασθένειας. Η θεραπεία του συνδρόμου Πρωτέα είναι προληπτική και έχουν προσπαθήσει να γίνουν πολλαπλές ορθοπεδικές εγχειρήσεις για τον έλεγχο της ανώμαλης υπερανάπτυξης. Ωστόσο, οι ασθενείς με αυτό το σύνδρομο μπορεί να υποστούν σοβαρές αισθητικές και λειτουργικές συνέπειες (Ou et al., 2017). Μεταλλάξεις σε γονίδια όπως *AKT* σχετίζονται με την εκδήλωση συνδρόμων υπεραύξησης του μονοπατιού PI3K/AKT/mTOR. Διαταραχές στη δομή των πρωτεϊνών που συμμετέχουν στο πολύπλοκο αυτό μονοπάτι οδηγούν σε αποδιοργάνωση και



απορρύθμιση της ισορροπίας της λειτουργίας του κυττάρου με αποτέλεσμα καταστάσεις υπερβολικής αύξησης και πολλαπλασιασμού διαμέσου υπερβολικής και ανεξέλεγκτης σηματοδότησης.

Ο Τζόζεφ Μέρικ, έζησε μέχρι τα 27 του χρόνια ως ο «Άνθρωπος Ελέφαντας. Η ιστορία του αγοριού με το παραμορφωμένο πρόσωπο που εμφανιζόταν σε «σόου τεράτων» (freak show) κυκλοφορούσε με κουκούλα για να μην τρομάζει τον κόσμο. Η κλινική του εικόνα χαρακτηριζόταν από μακροκεφαλία, υπερόστωση κρανίου, υπερτροφία μακρών οστών και πελματιαία υπερπλασία (Σπανού, 2021). Η ζωή του έγινε θεατρικό έργο που παίχτηκε για πρώτη φορά στο Μπρόντγουεϊ. Διάσημοι ηθοποιοί υποδύθηκαν στο θέατρο τον «Άνθρωπο Ελέφαντα».

Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Έχουμε την ευκαιρία να παρουσιάσουμε το αποτέλεσμα σημειακών μεταλλάξεων στο 6ο κεφάλαιο (Μεταλλάξεις) της Γ΄ Λυκείου.

### **9. Ατελής Οστεογένεση - Osteogenesis imperfecta/ Νόσος Cushing**

Υπάρχουν αρκετές θεωρίες για να αποδόσουμε ή να πλησιάσουμε έστω κάποια ασθένεια από την οποία μπορεί να έπασχε ο Humpty-Dumpty. Μία από τις θεωρίες είναι πως ο χαρακτήρας Humpty-Dumpty αναφέρεται στον Ριχάρδο Γ΄ της Αγγλίας. Ο Ριχάρδος Γ΄ υπέφερε από παραμορφώσεις της σπονδυλικής στήλης. Σύμφωνα με άλλη άποψη (Lakhani OJ, Lakhani JD, 2020), ο χαρακτήρας “Humpty-Dumpty” είναι μία απεικόνιση του συνδρόμου Cushing. Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα του συνδρόμου είναι η παχυσαρκία στην κοιλιακή χώρα μόνον, ενώ τα χέρια και τα πόδια είναι λεπτά. Το "Πρόσωπο φεγγαριού" η στρογγυλή διαμόρφωση του προσώπου και η εναπόθεση λίπους στην βάση του λαιμού πίσω που οδηγεί στην λεγόμενη "Καμπούρα βουβαλιού", μυϊκή αδυναμία, χαμηλή οστική πυκνότητα ή οστεοπόρωση (Lakhani OJ, Lakhani JD, 2020).

Το παιδικό αυτό τραγούδι λέει:

“Humpty Dumpty sat on a wall

Humpty Dumpty had a great fall  
 All the kings horses and all the kings men  
 Couldnt put Humpty together again”.

Η πτώση του θα μπορούσε να οφείλεται στην μυική αδυναμία ενώ η εκτεταμένη βλάβη που εμφάνισε ενώ έπεσε από χαμηλό ύψος, στην οστεοπόρωση. Η περίπτωση της ατελούς οστεογένεσης είναι μια ακόμη εκδοχή της απεικόνισης αυτού του χαρακτήρα. (Macnab, A. J., & Langlois, S. 2006).

Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

Στο μάθημα της βιολογίας στην Α΄ τάξη του Λυκείου διδάσκεται το κεφάλαιο 11 όπου οι μαθητές μαθαίνουν για τους ενδοκρινείς αδένες. Η χρήση του συγκεκριμένου παραδείγματος θα μπορούσε να αποτελέσει μια πρόκληση του ενδιαφέροντος και ίσως μια καλύτερη προσέγγιση του θέματος των ενδοκρινών αδένων αλλά και του ρόλου των ορμονών.

### **3.2 Η επιρροή διασήμων που νόσησαν και ασθενών που έγιναν διάσημοι.**

Στο βιβλίο “ When illness goes public: celebrity patients and how we look at medicine” ο Barron H. Lerner διερεύνησε την αλλαγή του τρόπου με τον οποίο στις Ηνωμένες Πολιτείες αντιμετωπίζουν τις ασθένειες που έχουν προσβάλει διάσημα άτομα καθώς και πρόσωπα που λόγω της ασθένειας που νόσησαν έγιναν διασημότητες. (Lerner, 2007). Η ιδέα της καταπολέμησης της ασθένειας από διάσημους, η αναζήτηση των πιο προηγμένων θεραπειών και ο εθελοντισμός για νέες πειραματικές θεραπείες, έγινε αξιοθαύμαστη. Συχνά, οι ασθενείς που επιβίωσαν ή η οικογένειά τους και οι φίλοι δημιουργούσαν ένα φιλανθρωπικό ίδρυμα για να χρηματοδοτήσουν περαιτέρω έρευνες για την πρόληψη ή τη θεραπεία των ασθενειών και να συμβουλευσουν άλλους ασθενείς για σωματικές και συναισθηματικές πτυχές της ασθένειας. Με την πάροδο του χρόνου, διάσημοι έχουν συχνά ενεργοποιήσει και άλλα άτομα που έχουν διαγνωστεί με την ίδια ή παρόμοια ασθένεια να αποκτήσουν γνώσεις σχετικά με την ασθένειά τους για να την καταπολεμήσουν (Boxer, 2007).

Ο σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας δεν είναι να γνωρίσουμε αναλυτικά και σε βάθος τις ασθένειες και τις διασημότητες που νοσούν από αυτές αλλά να χρησιμοποιηθούν ως ενδιαφέροντα παραδείγματα που μπορούν να αξιοποιηθούν διδακτικά. Σύμφωνα με έρευνα των Stern & Kampourakis (2017) έχει παρατηρηθεί ότι οι άνθρωποι δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν σωστά τα ευρήματα της έρευνας της γενετικής, ειδικά όταν πρόκειται για ασθένειες. Τον Μάιο του 2013, διάσημη ηθοποιός αποκάλυψε ότι είχε υποβληθεί σε διπλή μαστεκτομή για προληπτικούς σκοπούς, επειδή είχε βρεθεί ότι φέρει μια σπάνια μετάλλαξη του γονιδίου BRCA1 και επειδή είχε επίσης οικογενειακό ιστορικό καρκίνου. Διεξήχθη έρευνα στις ΗΠΑ με αντιπροσωπευτικό δείγμα 2572 ενηλίκων, για να καθοριστούν οι πηγές των πληροφοριών τους και να τεκμηριωθεί η κατανόηση για την προληπτική δράση της συγκεκριμένης ηθοποιού.

Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε υποθετικές ερωτήσεις σχετικά με την προληπτική χειρουργική επέμβαση στην περίπτωση καρκίνου του μαστού. Συλλέχθηκαν πληροφορίες για τον οικογενειακό κίνδυνο για τον καρκίνο μαστού και των ωοθηκών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ενώ το 74% περίπου των συμμετεχόντων γνώριζαν την περίπτωση της και περίπου το 48% μπορούσε να εκτιμήσει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του μαστού πριν από τη χειρουργική επέμβαση, λιγότεροι από 8% γνώριζαν πως να εκτιμήσουν την πιθανότητα να εμφανίσει καρκίνο του μαστού κάποια γυναίκα που φέρει τη συγκεκριμένη μετάλλαξη σε σύγκριση με μια γυναίκα που δεν έχει την μετάλλαξη στο γονίδιο. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι όταν δεν υπάρχει κάποιο άτομο στην οικογένεια που να είχε ή να έχει καρκίνο δείχνουν να νιώθουν ασφαλής, όπως επίσης απεδείχθη να τους συγχέει η σχέση μεταξύ ενός ατόμου που είχε καρκίνο στην οικογένεια αυτόματα να νιώθουν αυξημένο τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου (Borzekowski, Guan, Smith, Erby, & Roter, 2013).

Στο βιβλίο του, ο Espejo (2009) θέτει ερωτήματα όπως αν οι διασημότητες μπορούν να "αλλάξουν τον κόσμο". Όπως τεκμηριώνεται μέσα από αυτό το άρθρο, προσωπικές αφηγήσεις διασημοτήτων για την υγεία τους έχουν διαμορφώσει και θα συνεχίσουν να διαμορφώνουν και να ανασυνθέτουν τους δημόσιους διαλόγους για την υγεία, την ασθένεια και την ευημερία. Σύμφωνα με έρευνες διασημότητες που επηρέασαν μιλώντας για την ασθένειά τους είναι αρκετές. Συνοπτικά μπορούν να αναφερθούν κάποιες από αυτές όπως: για τον καρκίνο του μαστού οι πιο χαρακτηριστικές

δημοσιότητες είναι η ηθοποιός Angelina Jolie, οι τραγουδίστριες Kylie Minogue και Sheryl Crow, για την ψωρίαση η Kim Kardashian και η Cara Delevingne, για τον διαβήτη ο Tom Hanks, ο Larry King, η Salma Hayek, για τον συστηματικό ερυθρηματώδη λύκο την Selena Gomez και τον Michael Jackson.

### **3.3 Η Εκπαίδευση μέσα από τις Τέχνες**

#### **3.3.1 Η κλωνοποίηση, η γενετική και η βιοτεχνολογία μέσα από τον κινηματογράφο**

Οι έννοιες της γενετικής είναι υπομικροσκοπικές και χρειάζονται συνδυαστική και αφαιρετική σκέψη. Το ανθρώπινο γονιδίωμα, η κλωνοποίηση, η γονιδιακή θεραπεία, τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, τα βλαστικά κύτταρα είναι κάποια από τα θέματα που προκαλούν την περιέργεια των μαθητών και τη δημιουργία συζητήσεων, αλλά και σύγχυση ή καχυποψία. Καθημερινά δημιουργούνται νέα οικονομικά και δεοντολογικά ζητήματα, που αφορούν γενετικές διακρίσεις, προστασία της ιδιωτικής ζωής και αν το ανθρώπινο είδος πρόκειται να τροποποιηθεί με αυτές τις νέες τεχνολογίες με πιο χαρακτηριστικό και πρόσφατο η αμφιβολία πολλών για την επίδραση των εμβολίων με την τεχνολογία του mRNA. Επίσης οι νέοι προκειμένου να κάνουν επαγγελματικές, προσωπικές αλλά και κοινωνικές επιλογές έχουν ανάγκη από τέτοιες γνώσεις για τη σταδιοδρομία τους αλλά και την καθημερινή ζωή τους (Venville & Donovan, 2007).

Οι ταινίες μυθοπλασίας συχνά έχουν χρησιμοποιηθεί για να εμπνεύσουν τη δημιουργικότητα καθώς και για βελτιώσουν τη γνωστική λειτουργία. Στην έρευνα του Lin (2014) βρέθηκε ότι οι μαθητές μέσης εκπαίδευσης στους οποίους έγινε χρήση ταινιών μυθοπλασίας στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν καλύτερες επιδόσεις στα τεστ δημιουργικότητας. Ορισμένα κολλέγια έχουν διδάξει την επιστήμη σε μη ειδικούς ως προς το αντικείμενο μέσω μαθημάτων που έχουν σχεδιαστεί για να διδάξουν το επιστημονικό περιεχόμενο με θεματικούς τρόπους. Κάποια από αυτά είναι το πανεπιστήμιο Cornell της Νέας Υόρκης όπου ο καθηγητής M. Scanlon στο μάθημα «Hollywood biology» διδάσκει θέματα βιολογίας που παρουσιάζονται σε ταινίες του Hollywood. Στην Νέα Υόρκη στο πανεπιστήμιο Duke οι καθηγητές Eric Spana and Mohamed Noor παρέχουν το μάθημα «The biology of popular science fiction tv & movies» στα πλαίσια ενός πιλοτικού προγράμματος όπου χρησιμοποιούνται

δημιουργικά και ασυνήθιστα θέματα με σκοπό την αλληλεπίδραση των φοιτητών αλλά και μεταξύ φοιτητών και καθηγητών χωρίς το άγχος της βαθμολογίας και την πίεση των εξετάσεων.

Οι ταινίες αλλά και τα βιβλία μυθοπλασίας έχουν αξιοσημείωτη δημοτικότητα και αυτό φαίνεται από την επιτυχία των βιβλίων της συγγραφέως J. K. Rowling «Harry K. Potter», του παραγωγού ταινιών «Lord of the Rings», Peter Jackson και των δημιουργού παιχνιδιών «World of Warcraft», Blizzard. Στους κόσμους αυτούς τα αμέτρητα δημιουργήματα που δημιουργήθηκαν ενθουσιάζουν και συναρπάζουν το κοινό. Ο Marks (1978) αναφέρει αρκετά οφέλη στη χρήση της επιστημονικής φαντασίας στην διδασκαλία της βιολογίας. Τα τελευταία χρόνια, σε παγκόσμιο επίπεδο έχει παρατηρηθεί μια αυξανόμενη τάση ενσωμάτωσης στοιχείων επιστήμης και αγωγής υγείας σε δημοφιλή τηλεοπτικά προγράμματα. Τα τηλεοπτικά προγράμματα προγράμματα με ιατρικό ή ιατροδικαστικό περιεχόμενο εμφανίζουν υψηλά ποσοστά τηλεθέασης ενώ φαίνεται να έχουν ιδιαίτερα σημαντική απήχηση στο νεανικό κοινό. Στις σειρές αυτές εμφανίζονται πλήθος εννοιών που σχετίζονται με τη βιολογία ενώ αναπαριστώνται διάφορες εργαστηριακές τεχνικές ενός βιολογικού εργαστηρίου (Πλεξίδα, Μαρίνου, Μαυρικήκη 2015). Έχει διατυπωθεί η άποψη ότι οι τηλεοπτικές σειρές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένα πολύ καλό παιδαγωγικό εργαλείο γιατί απευθύνονται στο ευρύ κοινό, συνδυάζοντας την ψυχαγωγία με τη γνώση, χρησιμοποιώντας συναισθηματικές και ψυχαγωγικές στρατηγικές (Davín 2003). Ωστόσο, φαίνεται πως έχουν σχεδιαστεί περισσότερο για να παρακινήσουν τους μαθητές να αναζητήσουν μόνοι τους τη γνώση για ένα θέμα, παρά να τους διδάξουν (παραπομπές από Πλεξίδα, Μαρίνου, Μαυρικήκη 2015).

### 3.3.2 Ταινίες με βιολογικό ενδιαφέρον

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει την αποτελεσματικότητα των ταινιών ως εργαλείο διδασκαλίας στην εκπαίδευση ενηλίκων. Η ιδέα της χρήσης της ταινίας ως εργαλείου διδασκαλίας πηγάζει από την επιστημονική απόδειξη ότι η συναισθηματική μνήμη διαρκεί περισσότερο και μπορεί να ανακληθεί πιο εύκολα (Knight & Mather, 2009). Οι μνήμες που σχηματίζονται μέσω μιας συναισθηματικής εμπειρίας, όπως συμβαίνει κατά την παρακολούθηση μιας ταινίας θα έπρεπε να είναι ισχυρότερη από εκείνες που σχηματίζονται από την ανάγνωση ενός βιβλίου. Στην έρευνα των Abidi, et.

αι προκύπτει το συμπέρασμα, πως οι ταινίες μπορούν να παίξουν ένα σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της εκπαίδευσης για έναν φοιτητή όταν χρησιμοποιείται συμπληρωματικά στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας (Abidi et al. 2017). Οι ταινίες που αναφέρονται παρακάτω μπορούν να συνδεθούν με το αναλυτικό πρόγραμμα και των τριών τάξεων του Λυκείου. Η χρήση της θεματολογίας αυτών των ταινιών δεν σημαίνει και απαραίτητα προβολή τους. Στον σχεδιασμό μιας δίωρης διδασκαλίας θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα βίντεο με επιλογή των κατάλληλων σημείων ή εναλλακτικά ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να κατασκευάσει ένα διδακτικό σενάριο όπου να περιγράφεται η ταινία και οι έννοιες που σχετίζονται με αυτή.

Ξεκινώντας από παλιές παραγωγές σύμφωνα με τον Rose (2003) η γενετική χρησιμοποιείται στις ταινίες ως μία δύναμη για τη μετατροπή των ζώων σε απειλητικά για τη ζωή τέρατα. Είναι η επιστήμη της γενετικής που τροποποιείται από καλοπροαίρετους επιστήμονες για την καταπολέμηση των παρασίτων (Mimic, 1997) ή την εξεύρεση σωτήριων θεραπειών (Deep Blue Sea, 1999) που κάνει τα ζώα να έχουν ιδιότητες που μπορούν να καταστρέψουν τον άνθρωπο. Το 1986 στην ταινία The Fly, ένας επιστήμονας ανασυνδυάζει κατά λάθος το δικό του DNA με αυτό μιας μύγας και τελικά μεταμορφώνεται σε μια γιγάντια μύγα. Συγκεκριμένα ο άνθρωπος αποκτά κεφάλι μύγας σε ένα σώμα ανθρώπου αν και και ξεκάθαρα αυτό δεν μπορεί να γίνει. Η σύνδεση της ταινίας με τον πραγματικό κόσμο μπορεί να γίνει δίνοντας έμφαση στην μελέτη των γονιδίων Pax6, τα οποία ελέγχουν την ανάπτυξη των ματιών στα αρθρόποδα και τα σπονδυλωτά. Σε αντίθεση με την ταινία στην πραγματικότητα τα γονίδια Pax6 στα ποντίκια και στις μύγες είναι παρόμοια. Η ταινία προσφέρει μία ακόμη σύνδεση με την πραγματική επιστήμη (Rose,2003) Η σύγχρονη επιστήμη κατάφερε να φέρει στη ζωή χίμαιρες αναμιγνύοντας εμβρυικά βλαστοκύτταρα από διαφορετικά ζώα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το “geep” (απο τις λέξεις Goat= τράγος και shEEP=πρόβατο) που δημιουργήθηκε στο Κέιμπριτζ της Αγγλίας το 1983 και είχε κέρατα τράγου και τρίχωμα προβάτου. Η ερευνητική ομάδα εξηγεί ότι στόχος της ήταν η ανακάλυψη των παραγόντων που καθιστούν ένα έμβryo καλά ανεκτό από τον οργανισμό της μητέρας στη διάρκεια της εγκυμοσύνης θέμα δηλαδή που άπτεται της ανοσολογίας και που ίσως βοηθήσει τους ειδικούς να καταλάβουν ποιοι παράγοντες ευθύνονται για τις αποβολές. Κατά παράδοξο τρόπο ενώ ένα πρόβατο δεν ανέχεται το έμβryo μιας κασίικας και το αντίστροφο και τα δύο ανέχονται καλά ένα έμβryo geep. Διαπιστώθηκε ακόμη ότι κάποια από τα κύτταρα ενός τέτοιου χιμαιρικού εμβρύου σχηματίζουν το ίδιο το έμβryo

και κάποια άλλα τον πλακούντα. Το γεγονός αυτό καθιστά τη συγκεκριμένη έρευνα ακόμη πιο σημαντική αφού σημαίνει ότι είναι δυνατόν η δημιουργία μιας χίμαιρας που να επιτρέπει σε ένα κοινό είδος να γεννήσει το έμβρυο ενός είδους που απειλείται από εξαφάνιση. Μπορούμε να δημιουργήσουμε μία χίμαιρα με τέτοιο τρόπο ώστε ο πλακούντας να σχηματίζεται από μία κατηγορία ιστών (της παρένθετης μητέρας) και νευρικός ιστός από μία άλλη (του απειλούμενου είδους). Υπάρχουν όμως και άλλες αναφορές για χίμαιρες δημιουργήθηκε στο Ινστιτούτο Νευροεπιστημών του Σαν Ντιέγκο μεταμόσχευσαν τον πρόσθιο μεσεγκέφαλο ορτυκιού στο κρανίο ενός κοτόπουλου. Το κοτόπουλο που προέκυψε από αυτή την επέμβαση έδειχνε να προτιμά μία μητέρα ορτύκι αν και έχει όψη κοτόπουλου κελαηδούσε σαν ορτύκι. Εκτός από τα κοτόπουλα και τις κατσίκες στο Πανεπιστήμιο του Πίτσμπουργκ αντικατέστησαν το 20% από το μυελό των οστών ενός μπαμπούνου με ανθρώπινα βλαστοκύτταρα με αποτέλεσμα το αίμα του να περιέχει διάφορες σειρές ανθρώπινων κυττάρων. Επίσης στα πλαίσια έρευνας πιθανών θεραπειών για το AIDS δημιουργήθηκε ένα παρόμοιο μίγμα που περιέχει κύτταρα από αίμα ανθρώπων και μπαμπούνου (Highfield R. 2003).

Τέλος το φαινόμενο του χιμαιρισμού των ανθρώπων, που σχηματίζονται συμβαίνει όταν π.χ. δύο ξεχωριστά γονιμοποιημένα ωάρια συγχωνεύονται σε ένα στη μήτρα έχει χρησιμοποιηθεί σε τηλεοπτικές εκπομπές όπως το CSI. Στην συγκεκριμένη τηλεοπτική σειρά εκατομμύρια τηλεθεατές παρακολούθησαν το επεισόδιο στο οποίο ο ύποπτος ήταν χίμαιρα. Μετα από εξέταση του DNA του υπόπτου που έχει καταδείξει το θύμα τελικά το αποτέλεσμα του δείγματος δείχνει να μην ταιριάζει με τον ύποπτο. Η φανταστική εγκληματολογική ομάδα ανακαλύπτει ότι ο ύποπτος είναι χίμαιρα (Arcabashio , 2007).

Στην ταινία GATTACA (1997) απεικονίζεται η ιδέα μιας μελλοντικής κοινωνίας που χρησιμοποιεί συστηματικά την τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA στον οικογενειακό προγραμματισμό. Η έμφαση της ταινίας για μια μελλοντική κοινωνία διεφθαρμένη από τη θεσμοθετημένη χρήση των υπαρχουσών τεχνολογιών εγείρει σημαντικά ερωτήματα. Αν και οι επιστήμονες έχουν εντοπίσει σχεδόν χίλιες γενετικές ασθένειες (Jimenez-Sanchez, Childs, & Valle, 2001) παραμένει ασαφές, εάν η οξύνηια, οι μουσικές και αθλητικές ικανότητες, η αίσθηση του χιούμορ και άλλα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας έχουν κάποια γενετική βάση. Είναι σίγουρο πως όταν αναφερόμαστε σε μεγάλους αθλητές, μουσικούς και στοχαστές οι περισσότεροι τους χαρακτηρίζουν ως προικισμένους και τονίζουν ότι έχουν τα «σωστά γονίδια». Πολλά χαρακτηριστικά της

συμπεριφοράς φαίνεται να εξαρτώνται από πολλά γονίδια, χημικές ενώσεις από την διατροφή και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες, τα οποία συνεργάζονται για να καθορίσουν το χαρακτηριστικό. Ακόμη και τα κύρια ρυθμιστικά γονίδια και τα γονίδια που προκαλούν ασθένειες έχουν αποτελέσματα που ποικίλλουν ανάλογα με το γενετικό και περιβαλλοντικό υπόβαθρο του ατόμου. Επίσης, είναι σημαντικό να εκτιμήσουμε πως η ανθρώπινη συμπεριφορά μορφοποιείται από μη γενετικούς παράγοντες, ειδικά το ιστορικό κοινωνικών αλληλεπιδράσεων και μαθησιακών εμπειριών. Αυτές οι εμπειρίες προκύπτουν από τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται στο το περιβάλλον του σπιτιού, της εργασίας και διαμορφώνουν τις στάσεις, τα συναισθήματα και τις επιθυμίες μας. (Rose, 2003)

Η γενετική μηχανική γίνεται ακόμα πιο ελκυστική στην κλινική έρευνα χάρις στο νέο σύγχρονο εργαλείο γονιδιακού χειρισμού CRISPR/Cas9. Με την χρήση αυτού του συστήματος η γενετική μηχανική μπορεί να επιδιορθώνει στοχευμένα το γονιδίωμα με ακρίβεια. Στην ταινία *Human Nature*, οι ερευνητές δοκιμάζουν μια θεραπεία χρησιμοποιώντας το σύστημα CRISPR/Cas9 και θέτει το δίλημμα αν η πραγματοποίηση αλλαγών στο ανθρώπινο DNA (επεξεργασία γενετικού υλικού εμβρύων , επεξεργασία γενετικού υλικού ενηλίκων) θα έπρεπε να γίνεται αν όλα ήταν δυνατά (Maxmen A., 2019).

Στην έρευνα των Weingart, Muhl και Pansegrau που αφορούσε 222 ταινίες, που σχετίζονταν με την επιστήμη, διαπίστωσαν ότι οι πιο ανησυχητικές επιστημονικές απεικονίσεις αφορούσαν την τροποποίηση και επέμβαση στο ανθρώπινο σώμα, την παραβίαση της ανθρώπινης φύσης και τις απειλές για την ανθρώπινη υγεία μέσω της επιστήμης (Weingart, Muhl & Pansegrau, 2003). Μελέτη του Rose επικεντρώνεται σε μια μόνο πτυχή της βιοτεχνολογίας - την κλωνοποίηση του ανθρώπου και ανασκοπεί 33 ταινίες που έγιναν μεταξύ 1973 και 2005 και αφορούν την ανθρώπινη αναπαραγωγική κλωνοποίηση. Στην έρευνα αυτή οι ταινίες κατηγοριοποιήθηκαν με βάση το είδος και την αξιοπιστία των μηνυμάτων που απεικονίζονται, καθώς ο Christopher Rose, που χρησιμοποιεί ταινίες για να διδάξει τη βιολογία στο Πανεπιστήμιο James Madison στις ΗΠΑ, υποστηρίζει ότι "ρεαλιστικές ταινίες παρέχουν πιο μια πιο συναρπαστική ψυχαγωγία από εκείνες που παραβιάζουν προφανείς και κατανοητές επιστημονικές αρχές "(Rose, 2003). Η λέξη «μεταλλαγμένος» απαντάται συχνά και στη λογοτεχνία επιστημονικής φαντασίας εκτός από την τηλεόραση και τις ταινίες. Στη δεκαετία του



1960, ο Stan Lee (συγγραφέας κόμικς της Marvel Comics) βρισκόταν στο απόγειο της δημιουργικότητάς του (δημιουργίες του όπως το Fantastic Four, Spider-Man, Hulk, Thor, Iron Man, Ant-Man) και έψαχνε για νέες και διαφορετικές ιδέες για την προέλευση των υπεράνθρωπων δυνάμεων των χαρακτήρων του. Ο Stan Lee και ο Jack Kirby διαμόρφωσαν χαρακτήρες που γεννιούνται με αυτές υπερ-δυνάμεις.

### **3.4 Παραδείγματα από τα βιβλία του Χάρι Πότερ**

Αν και αρκετοί αντιτίθενται στην χρήση των βιβλίων και των ταινιών του Χάρι Πότερ στην εκπαιδευτική διαδικασία αρκετά είναι τα παραδείγματα χρήσης αυτής της θεματολογίας για την δημιουργία πρωτότυπων διδασκαλιών με την χρήση αρκετών στοιχείων του φανταστικού αυτού κόσμου.

Ο Roger Highfield είναι λάτρης των βιβλίων Χάρι Πότερ γιατί κάθε μαγικό αποτελεί μία πρόκληση προς τη σύγχρονη επιστήμη και είναι βέβαιος πως οι ειδικοί στη μελέτη του εγκεφάλου θα γελούσαν στη σκέψη και μόνο ενός καπέλου που διαβάξει τη σκέψη. Ο Φλάφι, τα Νίφλερ, τα Χάνκιπανκς και τα αλλόκοτα πλάσματα που κατοικούν στον κόσμο του Χάρι Πότερ μοιάζουν να έρχονται σε αντίθεση με τα όσα γνωρίζουμε στη φύση. Οι γίγαντες και οι δράκοι μπορεί να είναι αποκυήματα της φαντασίας της συγγραφέως. Επίσης ποιος θα μπορούσε να φανταστεί φασόλια με κάθε γεύση, εξωπραγματικοί ήχοι όπως αυτός που κάνουν τα σκουπόξυλα, τα κεριά που αιωρούνται πάνω από το Χόγκουαρτς! Μπορεί άραγε η μαγεία να συμβιβάζεται με τους ορθολογικούς νόμους της επιστήμης. Η ανασκόπηση αυτού του βιβλίου (Roger H., 2003) φωτίζει μερικά από τα πιο ενδιαφέροντα ζητήματα που απασχολούν σήμερα ειδικούς και ερευνητές.

Ο συγγραφέας μετά από επαφή με περισσότερους από εκατό επιστήμονες απ' όλο τον κόσμο επιχείρησε να προσεγγίσει και να διαπιστώσει αν ο κόσμος του Χάρι Πότερ μοιάζει με τον δικό μας. Οι παρακάτω πληροφορίες προέρχονται από το μια σύντομη περιγραφή ορισμένων σημείων του βιβλίου (The science of Harry Potter: How Magic Really Works) που παρουσίαζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Ξεκινώντας λοιπόν με το πως μπορεί να απέκτησαν το σώμα τους διάφορα όντα στον κόσμο του Χάρι Πότερ ερχόμαστε αντιμέτωποι με το γεγονός ότι όλα τα κύτταρα ενός αναπτυσσόμενου εμβρύου έχουν στο DNA τους την ίδια ακριβώς πληροφορία. Η

επιστήμη της αναπτυξιακής γενετικής γεννήθηκε όταν οι επιστήμονες διαπίστωσαν ότι αν κάτι πάει στραβά δημιουργούνται περίεργοι φαινότυποι. Πράγματι σ' ένα από τα αγαπημένα πειραματόζωα των μοριακών βιολόγων ανακαλύφθηκε μια πολύ μικρή γονιδιακή αλληλουχία- η λεγόμενη συγκυτιακή αλληλουχία (homeobox)-που παίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό του σώματος. Στον άνθρωπο οι συστάδες αυτές μετά από αλληπάλληλες αντιγραφές σχηματίζουν τέσσερις ξεχωριστές συστάδες που παρουσιάζουν μικρές διαφορές μεταξύ τους και περιέχουν συνολικά τριανταοκτώ γονίδια.

Στις δροσόφιλες για παράδειγμα υπάρχει ένα γονίδιο το λεγόμενο *antennapedia* το οποίο κανονικά ενεργοποιείται μόνο στα κύτταρα του θώρακα όταν κάτι πάει στραβά και το γονίδιο ενεργοποιείται στην περιοχή του κεφαλιού τότε προκύπτει έντομο με πόδια εκεί που κανονικά θα έπρεπε να φυτρώνουν κεραίες. Η Δίκερκα (με δύο ουρές) δεν έχει καθόλου κεφάλι, το σώμα της είναι μικροσκοπικό. Στον κόσμο του Χάρι Πότερ μπορούμε τώρα να φανταστούμε πώς δημιουργήθηκαν τα φτερωτά άλογα παλομίνο. (ονόματα των φτερωτών αλόγων που αναφέρονται στην ταινία *Abraxan, Aethonan, Granian, Thestral.*)

### 1) Το κατοικίδιο ξωτικό Ντόπι - *Daubentonia Madagascariensis*

Απορίας άξιο αν το νυκτόβιο ζώο το οποίο μοιάζει με διασταύρωση νυχτερίδας κάστορα και ρακούν με την επιστημονική ονομασία *Daubentonia Madagascariensis* να έγινε Ντόπι στον κόσμο του Χάρι Πότερ χάρι συντομίας. Ο ντόπι στην πρώτη συνάντησή με τον Χάρι εμφανίζεται κάπως φλύαρος κάτι που συμφωνεί με τα δυνατά σαγόνια των *aye-aye*. Το *aye-aye* από την Μαδαγασκάρη είναι μία μαύρη γούνινη μπαλίτσα με γουρλωτά μάτια και αυτιά σαν νυχτερίδας που απειλείται υπό εξαφάνιση. Στον αντίποδα ο Ντόπι είχε μεγάλα μάτια, μύτη λεπτή σαν μολύβι, αυτιά νυχτερίδας και μεγάλα πόδια. Ήταν το κατοικίδιο ξωτικό της οικογένειας Μαλφόνι.

### 2) Υπερμεγέθη όντα - Χάγκριντ

Διάφορα υπερμεγέθη όντα κυκλοφορούν στον κόσμο του Χάρι Πότερ ένα από αυτά είναι και ο Χάγκριντ. Ο γενετιστής Πόλ Νέρς (Paul Nurse) κατάφερε να κερδίσει το βραβείο Νόμπελ εμπνευσμένος από κάποια όχι φυσιολογικά κύτταρα στην μαγιά. Σύμφωνα με τον καθηγητή αυτόν μπορείς να αυξήσεις το μέγεθος ενός κυττάρου αν

δηλαδή παρατείνεις τον κυτταρικό κύκλο χρησιμοποιώντας κάποιον παράγοντα μετάλλαξης τα κύτταρα θα γίνονται ολοένα και μεγαλύτερα. Μέχρι προσφάτως, οι ειδικοί δεν είχαν καταλήξει σχετικά με το πως μπορεί να επιτευχθεί ο συντονισμός της κυτταρικής ανάπτυξης (αύξηση κυτταρικής μάζας διαμέσου παραγωγής πρωτεϊνών) και της κυτταρικής διαίρεσης (δημιουργία νέων κυττάρων) έτσι ώστε να αυξηθεί το σωματικό μέγεθος.

Από τις μελέτες που έγιναν σε πειραματικούς οργανισμούς, φάνηκε πως δεν υπάρχει μια σαφής απάντηση στο ερώτημα. Η μέθοδος που πρέπει να ακολουθηθεί δεν είναι η ίδια στα θηλαστικά όπως, ας πούμε, στη μαγιά ή στις δροσόφιλες. Είναι πάντως ξεκάθαρο ότι το κυτταρικό μέγεθος συνδέεται με την έναρξη της κυτταρικής διαίρεσης. Όπως είναι φυσικό, το μέγεθος επηρεάζεται και από την τροφή. Στις μύγες, ας πούμε, το σωματικό μέγεθος ελέγχεται από μια μεταβολική διεργασία που λέγεται μονοπάτι σηματοδότησης ινσουλίνης, όπως μας λέει ο Ερνστ Χάφεν από το Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης. Όταν αλλάζει η σηματοδότηση του μονοπατιού της ινσουλίνης οι δροσόφιλες γίνονται μικρότερες ή μεγαλύτερες.

Ένα παράδειγμα τέτοιων διαφορών στη στρατηγική ελέγχου του μεγέθους ανάλογα με το είδος του ζώου είναι το *Myc* ένα γονίδιο που έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων. Το *Myc* που όταν ταυτοποιήθηκε για πρώτη φορά, θεωρήθηκε πως είχε κάποια σχέση με την εμφάνιση του καρκίνου, άρχισε προσφάτως να μελετάται για το ρόλο του στη ρύθμιση του σωματικού μεγέθους. Οι δροσόφιλες στις οποίες έχει επιτευχθεί η μείωση της έκφρασης του γονιδίου *Myc* τείνουν να γίνονται μικρότερες. Αν και οι αιτίες για τις οποίες το ίδιο το γονίδιο ελέγχει το σωματικό μέγεθος με τόσο ριζικά διαφορετικούς τρόπους εξακολουθούν να αποτελούν γρίφο για τους επιστήμονες.

### 3) Ιτιές που δέρνουν

Όταν ένας μάγος στον κόσμο του Χάρι Πότερ μουγκρίζει Αιντεγκουμέντα συνήθως το κάνει για να φτιάξει ένα από εκείνα τα λουλούδια σε μέγεθος ομπρέλας ή τις κολοκύθες ογκόλιθους που βλέπει κανείς στους κήπους του Χόγκουαρτς. Το γονίδιο *Αντ* (*aintegumenta*) είναι το γονίδιο που πήρε το όνομά του από τη λέξη “integument” που σημαίνει το εξωτερικό περίβλημα ενός σπόρου ή ενός κουκουτσιού. Το κάθε φυτό έχει το δικό του μέγεθος και είναι γενετικά προγραμματισμένο να φτάνει χωρίς να το υπερβαίνει. Το γονίδιο *Αντ* αποδείχθηκε πως είναι μέρος αυτού του ελεγκτικού μηχανισμού. Το πιο εντυπωσιακό φυτό στα βιβλία Χάρι Πότερ είναι η Ιτιά που Δέρνει, η οποία μπορεί να επιτίθεται σε ανθρώπους. Όλα τα φυτά έχουν την δυνατότητα της

κίνησης. Η “ μυγοπαγίδα της Αφροδίτης” (*Dionaea muscipula*) αξιοποιεί τις μεταβολές στην πίεση του νερού για να κλείσει ερμητικά τα πέταλά της αιχμαλωτίζοντας τη λεία της. Το μεγαλύτερο σαρκοφάγο φυτό είναι η περικοκλάδα Νηπενθές που φτάνει το μήκος των δέκα μέτρων.

#### **4) Το Χίνκιπανγκ- *Vibrio harveyi* , *Vibrio fischeri***

Το Χίνκιπάνγκ υποτίθεται πως χοροπηδάει δεξιά και αριστερά κρατώντας ένα φανάρι με το οποίο προσελκύει περαστικούς και τους κάνει να πέφτουν στα χαντάκια, να σκοντάφτουν στο βούρκο. Αυτός ο φωσφορίζων κάτοικος των βάλτων στέκεται στο ένα πόδι και αποτελείται από αχνούς στροβίλους καπνού.

Η γενετική επιστήμη βρήκε μία πιθανή εξήγηση, μπορεί να είναι τίποτε άλλο παρά ένας εσμός βακτηρίων μέσα σε μια λακκούβα βαλτόνερα. Όταν η αποικία φτάσει σε ένα ορισμένο μέγεθος εκπέμπει μια φωτεινή λάμψη. Οι σημερινές μας γνώσεις προέκυψαν από έρευνες σχετικά με δύο γένη βακτηρίων που ζουν στους ωκεανούς. Όταν η συγκέντρωση αυτής της χημικής ουσίας φτάσει σε ορισμένο σημείο τα βακτήρια εκπέμπουν μια μπλε λάμψη. Έστω λοιπόν ότι σε μια λακκούβα με λασπόνερα ζει μια αποικία τέτοιων βακτηρίων και φτάσει ένα ορισμένο μέγεθος αρχίζει να εκπέμπει ένα μπλε φως που είναι φυσικό να μπερδεύει τον ανίδεο παρατηρητή.

#### **5) Τα Νίφλερ - γονίδιο Pax6**

Τα Νίφλερ κυνηγούν αστραφτερά αντικείμενα, είναι χνουδωτά μαύρα πλασματάκια και θυμίζουν αρκετά τυφλοπόντικα κάτι που τα φέρνει σε αντίθεση με αυτούς. Το 1994 ταυτοποιήθηκε ένα γονίδιο στην *Drosophila*, το Pax-6 (eyeless-eye), που παίζει κομβικό ρόλο στην ανάπτυξη του σύνθετου ματιού της. Το γονίδιο αυτό εμφανίζει ομολογία με το γονίδιο Pax-6 (small eye) του ποντικού, και μεταλλάξεις του συσχετίζονται με ανιριδία στον άνθρωπο. Ίσως το γονίδιο αυτό να είναι υπεύθυνο για την συνήθεια των Νίφλερ να κυνηγούν οτιδήποτε λάμπει ή γυαλίζει.

#### **6) Φτιάχνοντας καινούργια κόκκαλα**

Στα βιβλία του Χάρι Πότερ περιγράφονται πολλά κατάγματα όπως η Αραμπέλα Φίγκ που έσπασε το πόδι της όταν σκόνταψε σε μια απο τις γάτες της, ο Νέβιλ που έσπασε το

πόδι του μετά την πρώτη πτήση με το σκουπόξυλο και φυσικά ο ίδιος ο Χάρι που ράγισε το χέρι του. Σε αυτή την περίπτωση ο καθηγητής Λόκχαρτ επιδείνωσε την κατάσταση με ένα ξόρκι που έκανε τα κόκκαλα στο χέρι του Χάρι να εξαύλωθούν εντελώς. Ευτυχώς στο Χόγκουαρτς είναι εύκολο να διορθωθεί ένα σπασμένο κόκκαλο χάρης το θαυματουργό Σκέλε-Γκρο της Μαντάμ Πόμφρει. Στο Πανεπιστήμιο State της Νέας Υόρκης ο Κλίντον Ρούμπιν κατάφερε να εξηγήσει πώς λειτουργεί το ξόρκι του Λόκχαρτ και πού οφείλεται η επανορθωτική δύναμη του Σκέλε-Γκρο. Το πιθανότερο είναι να ενεργοποιήσετε τους οστεοκλάστες του Χάρι, ένα είδος κυττάρων που “τρώνε κόκκαλα”. Ο ρόλος των κυττάρων είναι γνωστός σε ασθένειες όπως η οστεοπόρωση και στην απώλεια οστικής μάζας. Μία άλλη εξήγηση θα μπορούσε να είναι ότι απλώς ο Λόκχαρτ επιτάχυνε τη διαδικασία απώλειας οστικής μάζας χρησιμοποιώντας κάποιον παράγοντα που αυξάνει τον αριθμό των οστεοκλαστών τέτοιοι παράγοντες υπάρχουν και έχουν ονόματα όπως MCSF, RANK-I και παραθυρεοειδική ορμόνη. Ένας άλλος τρόπος διάβρωσης των οστών είναι να στερήσεις από κάποιον το φως του ήλιου με αποτέλεσμα να ανασταλεί η διαδικασία παραγωγής βιταμίνης D. Η διαδικασία παραγωγής βιταμίνης παίζει ρόλο στο μεταβολισμό του ασβεστίου. Η δράση του Σκέλε-Γκρο στηρίζεται σε μια κατηγορία πρωτεϊνών που εμπλέκονται στο σχηματισμό των οστών. Όπως η οστεογενετική πρωτεΐνη BMP που ανήκει στην υπερικογένεια TGF-β. Η εισαγωγή της στο σώμα διεγείρει την διαδικασία σχηματισμού χόνδρων και αρθρώσεων.

### 3.4.1 Χάρι Πότερ και γενετική

Εφαρμόζοντας την γενετική στον κόσμο του Χάρι Πότερ μπορούμε να αντλήσουμε αρκετά παραδείγματα που μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία της γενετικής. Κάποιοι από τους φαινότυπους που περιγράφονται στα τέσσερα αποσπάσματα από τα βιβλία του Χάρι Πότερ και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν διδακτικά είναι οι φακίδες, το χρώμα μαλλιών, το χρώμα ματιών και το ύψος. Για παράδειγμα για τις φακίδες υπάρχουν δύο πιθανοί φαινότυποι να έχει και να μην έχει φακίδες. Ο γονότυπος για τις φακίδες υποδεικνύεται από δύο αλληλόμορφα σε ομόζυγη και ετερόζυγη κατάσταση π.χ FF ή Ff. Όταν διαθέτει δύο υπολειπόμενα αλληλόμορφα (ff) τότε δεν έχει φακίδες. Οι μάγοι ή οι μάγισσες μπορεί να είναι οποιασδήποτε φυλής και

μπορεί να είναι απόγονοι ενός μάγου και μιας μάγισσας, απόγονοι δύο μαγκλ («γεννημένοι από μαγκλ») ή «ημίαιμος».

Αυτό υποδηλώνει ότι η ικανότητα του μάγου κληρονομείται σύμφωνα με τους νόμους του Μέντελ, με το αλληλόμορφο για τις μαγικές ικανότητες (W) να είναι υπολειπόμενο στο αλληλόμορφο των μαγκλ (M). Σύμφωνα με αυτή την υπόθεση, όλοι οι μάγοι και οι μάγισσες έχουν επομένως δύο αντίγραφα του αλληλόμορφου για τις μαγικές ικανότητες W (WW). Οι φίλοι του Χάρι, Ρον Ουέσλι και Νέβιλ Λονγκμπότομ και ο επίδοξος εχθρός του Ντράκο Μαλφόντ είναι «καθαρόαιμοι» μάγοι: WW. Η φίλη του Χάρι, η Ερμιόνη, είναι μια πανίσχυρη μάγισσα (WW με γονείς WM). Ο συμμαθητής τους Seamus είναι ένας ημίαιμος μάγος, γιος μιας μάγισσας και ενός μαγκλ (WW με έναν γονέα με αλληλόμορφα WW και έναν γονέα με αλληλόμορφα WM). Ο Χάρι (WW με γονείς που έχουν αλληλόμορφα WW) δεν θεωρείται καθαρόαιμος, καθώς η μητέρα του γεννήθηκε ως μαγκλ.

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα έρευνα έγινε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση της χρήσης των δημοφιλών ταινιών, πληροφοριών σχετικών με δημοφιλή πρόσωπα στους μαθητές, μεταλλάξεις που δημιουργούν περίεργο φαινότυπο και πως αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί παιδαγωγικά για τη διδασκαλία της βιολογίας. Οι προτάσεις μας δεν σταματούν στα πλαίσια αυτά. Η έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί και σε θέματα τέχνης, μυθολογίας, παιδικής λογοτεχνίας αλλά και των κόμικ.

Συμπερασματικά η εκπαίδευση απαιτεί πολλά περισσότερα από τα σχολικά εγχειρίδια. Οι σημερινοί μαθητές επηρεάζονται περισσότερο από τα οπτικά μέσα από ποτέ, είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής τους, οι μαθητές παρακολουθούν συχνά ταινίες, η ταινία προκαλεί συναίσθημα και προκαλεί την έναρξη της συζήτησης και σίγουρα οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν είναι ενθουσιασμένοι. Η ταινία τους μιλά με ισχυρούς τρόπους διότι. Σχεδόν όλοι οι μαθητές μας μπαίνουν στην τάξη με μια ιστορία από κάποια κινηματογραφική ταινία και προτείνουμε στους εκπαιδευτικούς να επωφεληθούν από αυτόν τον φυσικό ενθουσιασμό, μεταφέροντας την ενέργειά του σε ακαδημαϊκά θέματα. Οι κινηματογραφικές ταινίες, οι τηλεοπτικές και άλλες πλατφόρμες μέσων ενημέρωσης μπορούν να αποτελέσουν ένα άμεσο και συναρπαστικό μέσο για την καλύτερη κατανόηση του

κόσμου και των ζητημάτων που επηρεάζουν όλους μας. Στη σημερινή εποχή των κινητών συσκευών, του Διαδικτύου και των βιντεοπαιχνιδιών, η νεολαία συνεχώς διεγείρεται οπτικά ενώ είναι εκτός σχολείου. Για αυτούς τους οπτικούς μαθητές, η ταινία μπορεί συχνά να μεταφέρει ένα μήνυμα καλύτερα από τις τυπωμένες ή προφορικές λέξεις.

Θα πρέπει να προμηθεύσουμε τους καθηγητές το κατάλληλο παιδαγωγικό περιεχόμενο και τη γνώση να διδάσκουν γενετική διότι δεν μπορούμε να αποτρέψουμε τους μαθητές να λαμβάνουν πληροφορίες από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης ούτε είναι εύκολο να αλλάξουν ως δια μαγείας τα σχολικά βιβλία. Οι καθηγητές που είναι καλά ενημερωμένοι και καλά εκπαιδευμένοι μπορούν να εντοπίσουν αποτελεσματικά τις παρανοήσεις των μαθητών που προέρχονται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και τις απεικονίσεις στα σχολικά εγχειρίδια. Επίσης μπορούν να διδάξουν με τρόπους οι οποίοι απευθύνονται στις ουσιαστικές διαισθήσεις των μαθητών. Για να φέρουν σε πέρας αυτούς τους στόχους οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι ενήμεροι των πιο πρόσφατων ερευνητικών ευρημάτων στην γενετική για να μπορέσουν να διδάξουν αποτελεσματικά .

## **Περίληψη**

“Σύγχρονη διδακτική προσέγγιση και δημιουργική διδασκαλία της Γενετικής και της Βιολογίας στη Μέση Εκπαίδευση” - Τάτση Αικατερίνη

Ένα από τα σημαντικότερα θέματα στα σχολεία είναι η δημιουργική και κριτική σκέψη και για αυτό συμπεριλαμβάνονται στους στόχους των Αναλυτικών Προγραμμάτων. Οι μαθητές παρουσιάζουν αρκετές δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών της γενετικής αλλά και γενικά της βιολογίας. Οι νέες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενισχύσουν την κατανόηση των εννοιών και να προάγουν έτσι την απόκτηση υψηλού επιπέδου δεξιοτήτων σκέψης. Η εποικοδομητική διδακτική προσέγγιση ζητά από τον μαθητή να δημιουργήσει τη δική του γνώση, με σεβασμό στα δικά του ενδιαφέροντα και κλίσεις. Η μάθηση της επιστήμης απαιτεί σημαντικές εννοιολογικές αλλαγές γι' αυτό και αποτελεί ένα αρκετά δύσκολο εγχείρημα για τους μαθητές. Στην συγκεκριμένη εργασία προτείνονται για την διδασκαλία της βιολογίας στην μέση εκπαίδευση κάποιες διαφορετικές πρακτικές αλλά και προσεγγίσεις κάποιων θεμάτων κυρίως του τομέα της γενετικής. Μία από αυτές είναι η χρήση κάποιων περιέργων ή διαφορετικών

φαινότυπο όπως η δισχιδής ράχη, η ακρομεγαλία, το σύνδρομο Ambras, η εκτροδακτυλία, η μυρμηκιομορφή επιδερμοπλασία, η σειρηνομελία, το σύνδρομο Hutchinson-Gilford, το σύνδρομο του Πρωτέα και η ατελής οστεογένεση. Δεύτερη διδακτική πρόταση είναι η χρήση ταινιών που σχετίζονται με την επιστήμη. Ο σκοπός είναι να εκτιμηθεί κριτικά και να σχολιαστεί η λάθος αλλά και η σωστή επιστημονική πληροφορία που μπορεί να αποκτήσουμε από την παρακολούθηση ενός επιστημονικού σεναρίου. Επιλεκτικά αναφέρονται οι ταινίες Mimic, The Fly, GATTAGA, The Human Nature. Τέλος αν και αρκετοί αντιτίθενται στην χρήση των βιβλίων και των ταινιών του Χάρι Πότερ στην εκπαιδευτική διαδικασία αρκετά είναι τα παραδείγματα χρήσης αυτής της θεματολογίας για την δημιουργία πρωτότυπων διδασκαλιών με την χρήση αρκετών στοιχείων του φανταστικού αυτού κόσμου. Τέλος οι εκπαιδευτικοί θα μπορούν να εντοπίσουν αποτελεσματικά τις παρανοήσεις των μαθητών που προέρχονται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Οι κινηματογραφικές ταινίες, οι τηλεοπτικές και άλλες πλατφόρμες μέσω ενημέρωσης μπορούν να αποτελέσουν ένα άμεσο και συναρπαστικό μέσο για την καλύτερη κατανόηση του κόσμου.

### **Abstract**

One of the most important topics in schools is creative and critical thinking and therefore they are included in the objectives of the curricula. Pupils have several difficulties in understanding the concepts of genetics and biology in general. New technologies can be used to enhance the understanding of concepts and thus promote the acquisition of high-level thinking skills. The constructivist teaching approach asks the student to create their own knowledge, respecting their own interests and aptitudes. Learning science requires significant conceptual changes and is therefore quite a challenging task for students. In this paper, some different practices are proposed for teaching biology in secondary education, but also some different practices of some topics, mainly in the field of genetics. One of them is the use of some strange or different phenotypes such as spina bifida, acromegaly, Ambras syndrome, ectrodactyly, epidermoplastia, sirenomelia, Hutchinson-Gilford syndrome, Proteus syndrome and osteogenesis imperfecta. Another teaching suggestion is the use of science-related films. The purpose is to critically evaluate and comment on the wrong and right scientific information that can be obtained from watching a science



scenario. The films Mimic, The Fly, GATTAGA, The Human Nature are selectively mentioned. Finally, although many people oppose the use of the Harry Potter books and films in the educational process, there are many examples of the use of this subject matter to create original teaching using several elements of this fictional world. Finally, teachers will be able to effectively identify students' misconceptions coming from the media. Movies, television and other media can be an immediate and exciting means to better understand the world.

## **Βιβλιογραφία**

Αθανασίου (2015). Διδακτική της Βιολογίας, όπως ανακτήθηκε από το [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)

Βαϊνά Μ., 2008, Σύγχρονες διδακτικές κατευθύνσεις , Παιδαγωγική επιμόρφωση εκπαιδευτικών ΟΑΕΔ, ΑΣΠΑΙΤΕ, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, όπως ανακτήθηκε από το <http://reader.ekt.gr>

Βοσνιάδου, Στ. (1998), Γνωσιακή Ψυχολογία, Σειρά Ψυχολογίας, Εκδόσεις Gutenberg.

Κόκκοτας Π. (1998). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών - Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης, εκδόσεις Γρηγόρη

Κόκκοτας, Π. (2004). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος II: Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις Παναγιώτης Κόκκοτας.

Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών. Αθήνα: εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Κορωναίου, Α. (2001) Εκπαιδύοντας εκτός σχολείου, εκδόσεις Μεταίχμιο.

Κουμπάρου, Ε., Κυριακούδη, Μ. & Αθανασίου, Κ. (2011). Εξέλιξη των ιδεών των Ελλήνων μαθητών για τη Γενετική και την Κληρονομικότητα. Στο: Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ. (2011). Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, σελ. 41442.

Μικρόπουλος, Τ. Α. (2006). Ο υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, όπως ανακτήθηκε από το <http://ebooks.edu.gr>

Παρασκευόπουλος, Ι. Ν. (2004), Δημιουργική Σκέψη στο Σχολείο και στην Οικογένεια, Αθήνα: εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα..

Περάκη Β. (2011). Πρόγραμμα Σπουδών: Βιολογία (Τάξεις: Α΄, Β΄, Γ΄): Γενικό Λύκειο, Υπουργείο Παιδείας & Θρησκευμάτων. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής Πράξη: «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών» στους Άξονες Προτεραιότητας 1,2,3 – Οριζόντια Πράξη

Πλεξίδα Κ., Μαρίνου Ι., Μαυρικάκη Ε., (2015). Τηλεοπτικές σειρές με ιατρικό ή ιατροδικαστικό περιεχόμενο – Τι επίδραση έχουν στη στάση των μαθητών απέναντι στις βιοεπιστήμες και στην επιλογή επαγγελματικού προσανατολισμού; 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Θεσσαλονίκη 8-10 Μαΐου 2015.

Σπανού Μ., Τσούτσου Ε., Ντινόπουλος Α., Τζέτη Μ., Traeger-Συνοδινού Ι. (2021), Σύνδρομα υπεραύξησης, που οφείλονται σε διαταραχές του μονοπατιού PI3K/AKT/mTOR, Επιστημονικά Χρονικά – Τόμος 26ος, Τεύχος 2, 2021,σελ187.

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2005). Διδακτικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες. Εκδόσεις Τυπωθήτω.

Ψυχάρης, Σ. (2006). «Προϋποθέσεις υλοποίησης της ηλεκτρονικής μάθησης στην εκπαίδευση. Μια υλοποίηση της ηλεκτρονικής μάθησης με χρήση εικονικών ιδιωτικών δικτύων». Περιοδικό Ανοικτή Εκπαίδευση: Το περιοδικό για την ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία. όπως ανακτήθηκε από το <http://journal.opennet.gr>

Al Aboud A, Al Aboud N. (2016). Nomenclature in medicine; a perspective. *Our Dermatol* 7(1):127-130.

Allen, D., & Tanner, K. (2005). Approaches to biology teaching and learning: from a scholarly approach to teaching to the scholarship of teaching. *Cell Biol. Educ.* 4, 1-6.

Arcabascio, C. (2007). Chimeras: Double the dna-double the fun for crime scene investigators, prosecutors, and defense attorneys. *Akron Law Review*, 40(3), 435-464.

Athnasiou, K., Grigoriadou, K. & Kariotoglou, P. (2004). “Understanding of inheritance: reveling young people’s beliefs about chromosomes and genes and their attitudes towards biology in general”. 5<sup>th</sup> conference of European Researchers in Didactic of Biology, Patras. (Department of Education and Science [DES] 1989).

Bagley, J. R., & Galpin, A. J. (2015). "Three-dimensional printing of human skeletal muscle cells: An interdisciplinary approach for studying biological systems". *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 43(6), 403-407.

Balducci R, Toscano V, Tedeschi B, Mangiantini A, Toscano R, Galasso C, Cianfarani S, Boscherini B. ,(1998), A new case of Ambras syndrome associated with a paracentric inversion (8) (q12; q22) *Clin Genet. Jun*;53(6):466-8.

Batrinou A.M., Spiliotis, V. and Sakellaris, G. (2008). Acceptability of genetically modified maize by young people. *British Food Journal*, Vol. 110, 3, 250-259. *Food Science*, Vol. 35 No. 3, pp. 148-55.

Boxer, G. J., & Boxer, L. A. (2007). When illness goes public: Celebrity patients and how we look at medicine. *Journal of Clinical Investigation*, 117(4), 840. <https://doi.org/10.1172/JCI31978>

Barrow, R., & Milburn, G. (1990). *A critical dictionary of educational concepts*. New York: Harvester Wheatsheaf.

Baumeister FA, Egger J, Schildhauer MT, Stengel-Rutkowski S., (1993), Ambras syndrome: delineation of a unique hypertrichosis universalis congenita and association with a balanced pericentric inversion (8) (p11.2; q22) *Clin Genet. Sep*;44(3):121-8.

Beckers A, Lodish MB, Trivellin G, et al. (2015). X-linked acrogigantism syndrome: clinical profile and therapeutic responses. *Endocr Relat Cancer* .;22:353–367.

Beghetto, R. A. (2013). *Killing ideas softly? The promise and perils of creativity in the classroom*. Charlotte, NC: Information Age.

Beghetto, R. A. (2010). Creativity in the classroom. In J. C. Kaufman & R. J. Sternberg (Eds.), *Cambridge handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.

Bixler, A. (2007). Teaching evolution with the aid of science fiction. *American Biology Teacher*, 69, 337–339.

Blitz M. J. and B. Rochelson, "Prenatal diagnosis of ectrodactyly in the first trimester by three-dimensional ultrasonography," *American Journal of Perinatology Reports*, vol. 06, no. 01, pp. e142–e144, 2016.

Blumenfeld YJ, Belfort MA., 2018, Updates in fetal spina bifida repair. *Curr Opin Obstet Gynecol.* Apr;30(2):123-129.

Borzekowski, D. L. G., Guan, Y., Smith, K. C., Erby, L. H., & Roter, D. L. (2013). The Angelina effect: Immediate reach, grasp, and impact of going public. *Genetics in Medicine*, 16, 516–521.

Boxer, G. J., & Boxer, L. A. (2007). When illness goes public: Celebrity patients and how we look at medicine. *Journal of Clinical Investigation*, 117(4), 840.

Brooks, J.G. & Brooks, M.G. (1999). In search of understanding: The case for constructivist classrooms. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. Όπως ανακτήθηκε από <http://ocw.metu.edu.tr>

Brown WT (1992). Progeria: a human-disease model of accelerated aging. *J Clin Nutr.* Jun;55(6 Suppl):1222S-1224S.

Burton, J. L., & McDonald, S. (2001). Curriculum or syllabus: which are we reforming?. *Medical Teacher*, 23(2), 187-191.

Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 13–19.

Cimer, A .(2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' view *Educational Research and Reviews* Vol. 7 no. 3. DOI: 10.5897/ERR11.205.

Craig J. M, Dow R., Aitken M. A (2005). Harry Potter and the recessive allele. *Nature*, Vol 436.

Davies, J. H., & Cheetham, T. (2014). Investigation and management of tall stature. *Archives of disease in childhood*, 99(8)

Dawson, V. M., & Schibeci, R. A. (2003). West Australian school students' understanding of biotechnology. *International Journal of Science Education*, 25(1), 57–69.

Dawson, V. M. (2007). An exploration of high school (12–17 year old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37 (1), 59–73.

Duesterhoeft SM, Ernst LM, Siebert JR, Kapur RP. (2007). Five cases of caudal regression with an aberrant abdominal umbilical artery: Further support for a caudal regression-sirenomelia spectrum. *Am J Med Genet A* 15;143A:3175–3184.

Dunbar, K. (1997). How scientists think: On-line creativity and conceptual change in science. In: *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes*. Ward, Thomas B. (Ed); Smith, Steven M. (Ed); Vaid, Jyotsna (Ed) (pp. 461-493). Washington, DC, US: American Psychological Association, xv, 567.

Eugster, E. A., & Pescovitz, O. H. (1999). Gigantism. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 84(12), 4379–4384

Ferdig, R., Blank, J, Kratcoski, A., & Clements, R. (2015). Using stereoscopy to teach complex biological concepts. *Adv Physiol Educ*, 39, 205–208.

Fukuyama, F. (2002). *Our posthuman future: Consequences of the biotechnology revolution*. New York, NY: Farrar, Straus and Giroux.

Gallagher, P., Wilson, N., & Jaime, R. (2014). The efficient use of movies in a crowded curriculum. *The Clinical Teacher*, 11(2), 88–93.

Garrido-Allepuz C, Haro E, Gonzalez-Lamuno D, (2011). A clinical and experimental overview of sirenomelia: Insight into the mechanisms of congenital limb malformations. *Dis Models Mech* 4:289–299.

Gordon L.B. , I.A. Harten, M.E. Patti, A.H. Lichtenstein (2011). Reduced adiponectin and HDL cholesterol without elevated C-reactive protein: clues to the biology of premature atherosclerosis in Hutchinson-Gilford Progeria Syndrome *J. Pediatr.*, 146 (2005), pp. 336-341.

Gras-Velazquez, A. (2016). European Schoolnet (2016) ICT in STEM education - impacts and challenges: Setting the scene. A STEM alliance literature review. Brussels, Belgium: European Schoolnet (EUN Partnership AIBSL). όπως ανακτήθηκε από <http://www.stemalliance.eu/ict-paper-1-setting-the-scene>

Hentschel J, Stierkorb E, Schneider G, (2006). Caudal regression sequence: vascular origin? *J Perinatol* 26:445–447.

Hirst, P. H. (1971). What is teaching? *Journal of Curriculum Studies*, 3, 5–18.

Inagaki, K. and Hatano, G. (2002). *Young Children's Naive Thinking About the Biological World*. Psychology Press.

Jablonska S. Majewski Epidermodysplasia Verruciformis: Immunological and Clinical Aspects S. Part of the Current Topics in Microbiology and Immunology book series (CT MICROBIOLOGY, volume 186).

Kaufmann J. C. & Sternberg, R. J. (2010). *Theories of creativity*. The Cambridge Handbook of Creativity. New York: Cambridge University Press.

Knight, R. (2006). Πέντε Εύκολα Μαθήματα. Στρατηγικές για την επιτυχή διδασκαλία της Φυσικής. Εκδόσεις Δίαυλος. Μετάφραση: Παύλος Τζαμαλής.

Knight, M., & Mather, M. (2009). Reconciling findings of emotion-induced memory enhancement and impairment of preceding items. *Emotion*, 9(6): 763–781.

Knippels, M.C.P.J., Waarlo, A.J. & Boersma, K.Th. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39, 108-112.

Kundoor R. , V. K., Maloth, K. N., Kesidi, S., & Moni, T. (2016). Ambras Syndrome with Gingival Hyperplasia: A Rare Entity. *International journal of trichology*, 8(2), 81–83. Lakhani, O. J., & Lakhani, J. D. (2020). Endocrinology and "Humpty-Dumpty". *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 24(6), 509–511.

Lewis, J. & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: Revisiting students' understanding of genetics. *The International Journal of Science Education*, 26(2), 195-206.

Lewis, J. & Wood – Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *The International Journal of Science Education*. 22, 2, 177-195.

Lin, K. (2014). Effects of science fiction films on junior high school students' creative processes and products. *Thinking Skills and Creativity*, 14, 87-97.

Lougaris Vassilios, Vincenzo Salpietro, Maricia Cutrupi, Manuela Baronio, Daniele Moratto, Kshitij Mankad, Silvana Briuglia, Carmelo Salpietro and Alessandro, (2016) Proteus syndrome: evaluation of the immunological profile, *Orphanet Journal of Rare Diseases* 11:3.

- Maccini, P., Gagnon, J. C., & Hughes, C. A. (2002). Technology-Based practices for secondary students with Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 25 (4), 247-261.
- Macnab, A. J., & Langlois, S. (2006). Illustration of genetic syndromes in the nursery. *American journal of medical genetics. Part A*, 140(2), 180–183.
- Marks, G.H. (1978). Teaching biology with science fiction. *American Biology Teacher*, 40, 275–279.
- Martinez-Gracia, M. V., Gil-Quilez, M. J. (2003). Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International Journal of science education*, 25, 9, 1147-1168.
- Marsh, C. J., & Willis, G. (1995). *Curriculum: Alternative approaches, ongoing issues*. Englewood Cliffs, NJ: Merrill.
- Maxmen, A.(2019).CRISPR: the movie, *Nature* 576(7786)
- Morais, C. (2015). Storytelling with chemistry and related hands-on activities: Informal learning experiences to prevent “chemophobia” and promote young children’s scientific literacy. *Journal of Chemical Education*, 92, 58-65.
- Nabais V. & Costa Sara D. (2017). A Forensic Experiment: The Case of the Crime at the Cinema. *J. Chem. Educ.* 94, 8, 1111-1117.
- Neagley, R. L., & Evans, N. D. (1967). *Handbook for effective curriculum development*. Prentice Hall.(Google books: *Technology Education for Teachers* p.244)
- Nelkin, D., & Lindee, M. S. (2004). *The DNA mystique: The gene as a cultural icon*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.
- Niaz, M., et al. (2003). Constructivism: Defense or a Continual Critical Appraisal – A Response to Gil-Perez et al. *Science & Education* 12: 787–797, 2003.
- Orioli, I. M., Amar, E., Arteaga-Vazquez, J., Bakker, M. K., Bianca, S., Botto, L. D., Clementi, M., Correa, A., Csaky-Szunyogh, M., Leoncini, E., Li, Z., López-Camelo, J. S., Lowry, R. B., Marengo, L., Martínez-Frías, M. L., Mastroiacovo, P., Morgan, M.,

Pierini, A., Ritvanen, A., Scarano, G., ... Castilla, E. E. (2011). Sirenomelia: an epidemiologic study in a large dataset from the International Clearinghouse of Birth Defects Surveillance and Research, and literature review. *American journal of medical genetics. Part C, Seminars in medical genetics*, 157C(4), 358–373.

Orth G. (2006). Genetics of epidermodysplasia verruciformis: Insights into host defense against papillomaviruses. *Seminars in immunology*, 18(6), 362–374.

Rashid, R. M., & White, L. E. (2007). A hairy development in hypertrichosis: a brief review of Ambras syndrome. *Dermatology online journal*, 13(3), 8.

Pollex RL, Hegele RA. (2004) Hutchinson–Gilford progeria syndrome. *Clin Genet* 2004; 66: 375–381.

Rose, Christopher (2003) How to teach biology using the movie science of cloning people, resurrecting the dead, and combining flies and humans. *Public Understanding of Science*. Issue 12, p. 289-96, July.

Son M. J. (2009). A study of Korean students' creativity in science using structural equation modeling. PhD dissertation. University of Arizona.

Sowińska-Seidler, A., Socha, M., & Jamsheer, A. (2014). Split-hand/foot malformation - molecular cause and implications in genetic counseling. *Journal of applied genetics*, 55(1), 105–115.

Stasinakis, P., & Kalogiannakis, M. (2015). Using Moodle in secondary education: A case study of the course “Research Project” in Greece. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 11(3) 50-64.

Stasinakis, K. P., & Nicolaou, D. (2016). Modeling of DNA and protein organization levels with Cn3D software. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Online First Article.

Stern, F.; K Kampourakis (2017). Teaching for genetics literacy in the post-genomic era, *Studies in Science Education*, - Volume 53, - Issue 2- Pages 193-225.

Stock. G. (2002). *Redesigning humans: Our inevitable genetic future*. Boston, MA: Houghton Mifflin.



Stratakis, C. A., Schussheim, D. H., Freedman, S. M., Keil, M. F., Pack, S. D., Agarwal, S. K., Skarulis, M. C., Weil, R. J., Lubensky, I. A., Zhuang, Z., Oldfield, E. H., & Marx, S. J. (2000). Pituitary macroadenoma in a 5-year-old: an early expression of multiple endocrine neoplasia type 1. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 85(12), 4776–4780.

Syed Hani Abidi, Sarosh Madhani, Aamna Pasha, Syed Ali (2017). Use of cinematic films as a teaching/learning tool for adult education.

Trivellin, G., Daly, A. F., Faucz, F. R., Yuan, B., Rostomyan, L., Larco, D. O., Scherthaner-Reiter, M. H., Szarek, E., Leal, L. F., Caberg, J. H., Castermans, E., Villa, C., Dimopoulos, A., Chittiboina, P., Xekouki, P., Shah, N., Metzger, D., Lysy, P. A., Ferrante, E., Strebkova, N., ... Stratakis, C. A. (2014). Gigantism and acromegaly due to Xq26 microduplications and GPR101 mutation. *The New England journal of medicine*, 371(25), 2363–2374.

Trüeb R., 2018 Value of Eponyms in Dermato-Trichological Nomenclature.

Tubbs RS, Malefant J, Loukas M, Oakes WJ, Oskouian RJ, Fries FN (2016) Enigmatic human tails: a review of their history, embryology, classification, and clinical manifestations. *Clin Anat* 29:430–438.

Tzamalouka, G. S., Papadakaki, M., Soultatou, P., Chatzifotiou, S., Tarlatzis, B. and Chliaoutakis, J. E. (2005). Predicting human cloning acceptability: a national Greek survey on the beliefs of the public. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. Vol. 22, Nos. 9/10, 315- 322.

Venkataramana NK., (2011), Spinal dysraphism. *J Pediatr Neurosci.* ;6: 31–40.

Venville, G., & Donovan, J. (2007). Developing Year 2 Students' Theory of Biology with Concepts of the Gene and DNA. *Science Education* Vol. 29, No. 9, pp. 1111–1131.

Vijapurkar, J., Kawalkar, A., & Nambiar, P. (2014). What do cells really look like? An inquiry into students' difficulties in visualising a 3-D biological cell and lessons for pedagogy. *Research in Science Education*, 44(2), 307-333.

Vosniadou, S. (2013) Conceptual change in learning and instruction: The framework theory approach. In S. Vosniadou (Ed) The International Handbook of Conceptual Change, 2nd edition, New York, Routledge, pp. 11-30.

Weingart, Peter & Muhl, Claudia & Pansegrau, Petra. (2003). Film Of Power Maniacs and Unethical Geniuses: Science and Scientists in Fiction. Public Understanding of Science. 12.

### **Βιβλία**

Barron H. Lerner. (2006).When illness goes public. Ανακτήθηκε από:  
<https://muse.jhu.edu/book/3281>

Roger Highfield, (2003). The Science of Harry Potter: How Magic Really Works, England,Penguin Books.

Espejo, Roman.(2009). Can Celebrities Change the World? Detroit: Greenhaven Press.