

Πράξη:

«Ανάπτυξη μεθοδολογίας και ψηφιακών διδακτικών σεναρίων για τα γνωστικά αντικείμενα της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Γενικής και Επαγγελματικής Εκπαίδευσης»

**Άξονες Προτεραιότητας 1-2-3 Οριζόντια Πράξη
ΟΠΣ: 479325, ΣΑΕ: 2014ΣΕ24580051 ΕΣΠΑ 2007-2013**

Υπόεργο 1 :

«Ανάπτυξη μεθοδολογίας και δειγματικών σεναρίων για τα γνωστικά αντικείμενα της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Γενικής και Επαγγελματικής Εκπαίδευσης»

08/07/2015

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ ΔΡΑΣΗΣ 2.1
Π.2.1.1. Τεύχος μελέτης εξειδίκευσης μεθοδολογίας, ανάπτυξης προδιαγραφών και μεθοδολογίας επιλογής των σεναρίων των εκπαιδευτικών για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης ανά γνωστικό αντικείμενο για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στο γνωστικό αντικείμενο «Φυσική» *
Ονοματεπώνυμο: Μιχαήλ Καλογιαννάκης
Ιδιότητα: Μέλος ΔΕΠ Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης



Μιχαήλ Καλογιαννάκης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

0. Εισαγωγικά στοιχεία	3
1. Οι Φυσικές Επιστήμες στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	4
1.1 Οι Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο	4
1.2 Η Φυσική στο Γυμνάσιο	7
1.3 Η Φυσική στο Λύκειο	9
2. Σύνδεση Ψηφιακών Σεναρίων με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών	10
2.1 Στοχοθεσία των ψηφιακών σεναρίων	10
2.2 Αξιολόγηση σεναρίου vs αξιολόγηση ψηφιακού σεναρίου	10
3. Μαθητής και Εκπαιδευτικός στη σύγχρονη τάξη των Φυσικών Επιστημών	13
3.1 Ο Μαθητής σε μια σύγχρονη τάξη Φυσικών Επιστημών	13
3.2 Ο Εκπαιδευτικός σε μια σύγχρονη τάξη Φυσικών Επιστημών	14
4. Η ερευνητική μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών	15
4.1 Το πείραμα ως κομμάτι της μαθησιακής διαδικασίας	17
5. Διδακτική μεθοδολογία στις Φυσικές Επιστήμες - Σύνδεση με το ψηφιακό σενάριο	18
5.1 Χρήση ψηφιακών μέσων στις Φυσικές Επιστήμες	21
5.2 Μεθοδολογία διαχείρισης των Ψηφιακών Σεναρίων για τις Φυσικές Επιστήμες	22
5.3 Υλικοτεχνική υποδομή για χρήση ψηφιακών σεναρίων για τις Φυσικές Επιστήμες	22
5.4 Προτεινόμενη συνοπτική Δομή Ψηφιακού Σεναρίου για τις Φυσικές Επιστήμες	23
5.5 Ηλεκτρονικές πηγές ψηφιακού υλικού	24
6. Βιβλιογραφία	27
6.1 Ελληνόγλωσση	27
6.2 Ξενόγλωσση	28

0. Εισαγωγικά στοιχεία

Οι Φυσικές Επιστήμες συνιστούν ένα βασικό τρόπο εξερεύνησης και κατανόησης του περιβάλλοντός μας. Ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός μας επιτρέπει να καταλήγουμε σε υπεύθυνες και επαρκώς τεκμηριωμένες αποφάσεις σε μείζονα ζητήματα της ζωής μας, αλλά και σε ζητήματα που άπτονται κοινωνικών προτεραιοτήτων της εποχής μας. Ένας από τους βασικούς σκοπούς της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών αποτελεί η κατανόηση, από τη πλευρά των μαθητών της επιστημονικής γνώσης και το πώς αυτή έχει εξελιχθεί στο χρόνο (Carey, 1985). Το παιδί μέσα από το μάθημα των Φυσικών Επιστημών βρίσκει απαντήσεις στα ερωτήματά του, γνωρίζει και κατανοεί τον τρόπο λειτουργίας του φυσικού κόσμου, καθώς και των διαφόρων προϊόντων του πολιτισμού. Επίσης, βοηθάει το μαθητή να κατανοήσει ότι η ποιότητα της ζωής του και η επιβίωσή του εξαρτώνται άμεσα από τη διατήρηση της ισορροπίας στη φύση.

Η δημιουργία της σχολικής γνώσης αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Η καθαρή επιστημονική γνώση συγκροτείται με βάση μοντέλα τα οποία μεταφράζουν σε ειδικούς συμβολικούς κώδικες την όποια προσέγγιση της φυσικής πραγματικότητας. Στους κώδικες αυτούς έχουν πρόσβαση μόνο όσοι έχουν εξειδικευμένες γνώσεις. Στην εκπαιδευτική διαδικασία οφείλουμε να αναδομήσουμε τα συμβολικά αυτά συστήματα και με τέτοιες προσαρμογές στα διαφορετικά σχολικά επίπεδα, έτσι ώστε να αυξάνονται όσο γίνεται περισσότερο οι πιθανότητες κατανόησης.

Η διδακτική δραστηριότητα οφείλει να οικοδομείται σε πλαίσια τα οποία δεν ευνοούν απλά την ενασχόληση με τα γνωστικά περιεχόμενα, τη διαμόρφωση συνηθειών, στάσεων και αξιών. Με βάση μια πρόσφατη ανάλυση 18 μελετών (Osborne, 2010) για ομαδοποιημένες μαθησιακές δραστηριότητες για τις Φυσικές Επιστήμες προέκυψε ο διαχωρισμός σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- (α) διαδραστικές, που συνοδεύονται από συνεργατικό λόγο και επιχειρηματολογία
- (β) εποικοδομητικές, με ανάθεση σε άτομα για την παραγωγή ενός προϊόντος
- (γ) δραστηριότητες που η συμμετοχή όλων είναι απολύτως ενεργή.

Ουσιαστικά, τίθεται το ζήτημα της σχολικής γνώσης, της σχολικής επιστήμης όπως έχει αποκληθεί, σε σχέση με τη βιωματική ή την επιστημονική γνώση (Κουλαϊδής & Κουζέλης, 1990). Στο ευρύτερο πλαίσιο αυτό εντάσσονται τα διδακτικά εκπαιδευτικά ψηφιακά σενάρια που αναπτύσσονται για τη Φυσική στην πλατφόρμα «Αίσωπος» του ΙΕΠ (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής).

Τα παιδιά καθώς προσπαθούν να καταλάβουν τον κόσμο γύρω τους «κατασκευάζουν» ιδέες που συνήθως δεν συμφωνούν με τις επιστημονικές (Driver et al., 1998). Αρκετά συχνά, οι ιδέες αυτές γίνονται εμπόδιο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών διότι τα παιδιά τις χρησιμοποιούν ως βάση, προσπαθώντας να αφομοιώσουν την επιστημονική γνώση στις αρχικές ιδέες τους (Ιωαννίδης & Βοσνιάδου 2000; Ραβάνης, 2001). Για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σημαντικό ρόλο στην προσέγγιση της κάθε έννοιας παίζει η επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας, καθώς και η γνώση αντιλήψεων που προϋπάρχουν και κατ' επέκταση των μαθησιακών εμποδίων των παιδιών πάνω στο θέμα που πρόκειται να προσεγγίσουν (Ραβάνης, 1999; Καριώτογλου, 2006).

Στο παρόν τεύχος μελέτης εξειδίκευσης μεθοδολογίας, ανάπτυξης προδιαγραφών και μεθοδολογίας επιλογής των σεναρίων Φυσικής για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση περιγράφεται η μεθοδολογία και οι προδιαγραφές που προτείνεται να ακολουθεί ένα ψηφιακό σενάριο το οποίο θα πρέπει να συνάδει με τα υφιστάμενα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ), να είναι συμβατό με τις τεχνολογικές δυνατότητες που προσφέρονται από την πλατφόρμα «Αίσωπος», λειτουργώντας συμπληρωματικά με το υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό.

Για τη σύνταξη των ψηφιακών σεναρίων είναι σημαντικό να διασφαλιστεί η ένταξή τους σε ένα μεθοδολογικό πλαίσιο που θα επιτρέπει τη χρήση τους από εκπαιδευτικούς, μαθητές, γονείς και μελλοντικά από κάθε ενδιαφερόμενο για τη Φυσική. Για τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για τη Φυσική, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράγοντες:

- τα Προγράμματα Σπουδών για τις ενότητες που πρέπει να διδαχθούν και τις προσεγγίσεις των συγκεκριμένων εννοιών σε μικρότερες τάξεις ή και τις γνωστικές απαιτήσεις για τις επόμενες,

- η προτεινόμενη κατανομή του χρόνου στις διάφορες θεματικές,
- η διατύπωση των στόχων και η εφικτότητα επίτευξής τους,
- οι σύγχρονες μεθοδολογικές προσεγγίσεις,
- οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ όλων όσων συμμετέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία (μαθητές, εκπαιδευτικοί),

- η επιστημονική ορθότητα του περιεχομένου,
- το κλίμα της σχολικής τάξης,
- οι απαιτήσεις σε υλικοτεχνική υποδομή που θα πρέπει να είναι αντίστοιχες με τις δυνατότητες των σχολικών μονάδων,

- η προστιθέμενη αξία στην εκπαιδευτική διαδικασία που μπορεί να προσδώσει η χρήση των ψηφιακών πόρων.

Στον ελληνικό χώρο, για τις Φυσικές Επιστήμες μετά την παραδοσιακή αντίληψη στο σχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων, η καινοτομική προσέγγιση χαρακτηρίστηκε από τη διαμόρφωση ευρέων θεματικών - εννοιολογικών ενοτήτων, από την «εις βάθος» πραγμάτευση ενός εννοιολογικού πλαισίου, υπό την επίδραση της «υποθετικο - παραγωγικής» μεθοδολογικής προσέγγισης και την οργανική ένταξη της πολιτισμικής διάστασης των Φυσικών Επιστημών στις διάφορες θεματικές ενότητες (Koliopoulos et al., 2007). Η τάση που επικράτησε τα νεότερα χρόνια ήταν αυτή της «εποικοδομητικής» προσέγγισης, στην οποία προτείνεται η παράλληλη ανάπτυξη της δηλωτικής, διαδικαστικής και εξαρτημένης κοινωνικής μάθησης με ποικιλία διδακτικών τεχνικών, καθώς και αναδιοργάνωση του περιεχομένου. Το τελευταίο οργανώνεται σε «κεντρικές έννοιες-ιδέες» (εννοιοκεντρικό μοντέλο) και η επεξεργασία του γίνεται, είτε ενδο-κλαδικά (στο ίδιο γνωστικό αντικείμενο), είτε διακλαδικά.

Το παρόν τεύχος αποτελεί σύνθεση των μελετών εξειδικευμένων προδιαγραφών που έχουν υποβάλει οι εκπαιδευτικοί που έχουν κατασκευάσει σεναρία με τη χρήση της πλατφόρμας «Αίσωπος» και οι σχολικοί σύμβουλοι που είχαν την επίβλεψή τους, αλλά και των πιο σύγχρονων επιστημονικών δεδομένων για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες.

1. Οι Φυσικές Επιστήμες στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

1.1 Οι Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο

Στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι Φυσικές Επιστήμες διαχωρίζονται σε δύο μέρη. Στις τάξεις Α΄ ως Δ΄ συμπεριλαμβάνονται στη Μελέτη Περιβάλλοντος, όπου οι μαθητές εισάγονται στη βασική ορολογία των Φυσικών Επιστημών μέσα από συζήτηση, αναζήτηση και απλά πειράματα στην τάξη, ώστε σταδιακά να εισαχθούν στην επιστημονική ορολογία και μεθοδολογία. Ως ξεχωριστό διδακτικό αντικείμενο οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται στην Ε΄ και τη Στ΄ τάξη, όπου με συστηματικό τρόπο οι μαθητές εισάγονται στις έννοιες και στη μεθοδολογία μελέτης και έρευνας των Φυσικών Επιστημών μέσα από διαδικασίες διερεύνησης με βάση το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο, που αποτελεί μια παιδαγωγική προσέγγιση της ιστορικά καταξιωμένης επιστημονικής ερευνητικής μεθόδου, της μεθόδου με την οποία ο επιστήμονας, ο ερευνητής, ο άνθρωπος ερεύνησε και ερευνά το φυσικό κόσμο (Καλκάνης, 2007α).

Η επιστήμη ενσωματώνεται σταδιακά στην πολιτισμική παράδοση και κουλτούρα των μαθητών (Aikenhead & Ogawa, 2007). Κατ' αυτόν τον τρόπο, ενισχύονται οι αλληλεπιδράσεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών με το αντικείμενο - στόχο. Ταυτόχρονα ενεργοποιούνται τα κίνητρα για μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες μέσα από την έρευνα, τη λήψη αποφάσεων και τη δράση. Κατά την υλοποίηση δραστηριοτήτων εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, μαθητές και εκπαιδευτικοί συμμετέχουν σε κριτικούς διαλόγους, αλληλεπιδρούν με νοητικά και χειραπτικά εργαλεία (θεωρίες, γλωσσικοί κώδικες και πειραματικό υλικό), συγκροτούν μαθησιακές κοινότητες στην τάξη και στον τόπο τους, συν-διαμορφώνουν κανόνες ενώ ανταλλάσσουν ρόλους και ευθύνες.

Το Νέο (πιλοτικό) Πρόγραμμα Σπουδών (ΝΠΣ, 2011) σχεδιάστηκε με αφετηρία την ανάπτυξη μιας διαλεκτικής σχέσης ανάμεσα σε τρεις «πόλους μάθησης», τα σχολικά εγχειρίδια, τις έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές και το περιβάλλον (φυσικό, τεχνολογικό, κοινωνικό) (Plakitsi et al., 2013). Σύμφωνα με το σκεπτικό του Νέου (πιλοτικού) Προγράμματος Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία του Δημοτικού η δομή του στηρίζεται στις ακόλουθες τρεις παραδοχές (Πλακίτση κ.ά., 2011):

1^η παραδοχή: βάση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας αποτελούν: (α) οι προϋπάρχουσες γνώσεις, δεξιότητες και εμπειρίες των μαθητών (β) η διερεύνηση των φαινομένων, των υλικών και των τεχνολογικών καινοτομιών.

2^η παραδοχή: Το πλαίσιο, μέσα στο οποίο οι μαθητές κατανοούν τις θεμελιώδεις έννοιες, τις διαδικασίες και τις αρχές των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσουν τις δεξιότητές τους, αποτελείται από το σχολείο, το φυσικό περιβάλλον, το τεχνολογικά κατασκευασμένο περιβάλλον και την κοινωνία.

3^η παραδοχή: Μέσα στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές καθίστανται ικανοί να διαχειριστούν κοινωνικά θέματα, που έχουν σχέση με τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία και αφορούν την καθημερινή ζωή και τον τόπο τους.

Αναλυτικότερα, για την ανάπτυξη γνώσεων οι μαθητές επιδιώκεται (ΝΠΣ, 2011):

- να κατανοήσουν θεμελιώδεις έννοιες, νόμους και μοντέλα των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας,
- να αναγνωρίσουν ότι οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία συνδέονται δυναμικά μεταξύ τους σε ολόκληρο το φάσμα του ανθρώπινου πολιτισμού, ενώ εξελίσσονται συνεχώς, για να ερμηνεύσουν ή να αλλάξουν τον κόσμο.

Για την ανάπτυξη δεξιοτήτων οι μαθητές παρακινούνται να συνεργάζονται για (ΝΠΣ, 2011):

- να κατανοούν ένα πρόβλημα, δηλαδή να μελετούν ένα φαινόμενο ή να προσδιορίζουν τις ανάγκες ενός τεχνολογικού προβλήματος,
- να σχεδιάζουν συνειδητά τα βήματα πορείας της λύσης του προβλήματος, π.χ. να περιγράφουν το πρόβλημα ή τις ανάγκες, να διατυπώνουν υποθέσεις ή ιδέες, να επιλέγουν μια υπόθεση ή μια ιδέα, να πειραματίζονται ή να κατασκευάζουν ένα τεχνολογικό αντικείμενο,
- να εκτελούν το σχέδιο που έχουν καταρτίσει και να παρακολουθούν την υλοποίησή του, π.χ. να παρατηρούν, να περιγράφουν, να ταξινομούν, να ελέγχουν μεταβλητές, να βρίσκουν σχέσεις ανάμεσα σε αυτό που εκτελούν και σε αυτά που ήδη γνωρίζουν, να αξιολογούν την επάρκεια των επιμέρους βημάτων του σχεδίου τους, να παραγάγουν και να εφαρμόζουν δοκιμαστικά διαφορετικές λύσεις,
- να συγκεντρώνουν και να μελετούν πληροφορίες, αξιοποιώντας ηλεκτρονικές και έντυπες πηγές πληροφόρησης, όπως η μελέτη κειμένων για την εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών και τεχνολογικών καινοτομιών,
- να καταλήγουν σε τεκμηριωμένα συμπεράσματα και λύσεις,
- να αξιολογούν τα αποτελέσματα των ενεργειών τους, σύμφωνα με τα ζητούμενα του προβλήματος και τα υπάρχοντα κριτήρια ορθότητας, π.χ. μια τεχνολογική λύση δεν πρέπει μόνο να «δουλεύει», αλλά και να ανταποκρίνεται σε πλήθος άλλων προϋποθέσεων, όπως η φιλική σχέση με το περιβάλλον,
- να εκθέτουν το σύνολο των ενεργειών τους, δηλαδή τις προτάσεις τους, την ανάπτυξη του σχεδιασμού τους, τις δραστηριότητες που υλοποίησαν και το τελικό συμπέρασμα ή την τελική λύση, που υιοθέτησαν,
- να χρησιμοποιούν ή/και να κατασκευάζουν μοντέλα καθώς και να συζητούν για το ρόλο και τη φύση τους.

Για την ανάπτυξη ικανοτήτων οι μαθητές (ΝΠΣ, 2011):

- θα μπορούν να επιλύουν πρακτικά προβλήματα, που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία και έτσι θα είναι ικανοί να προστατεύουν τον εαυτό τους, τους συνανθρώπους τους και το περιβάλλον,
- θα κατανοούν έννοιες κλειδιά, νόμους και μοντέλα και θα είναι ικανοί να συνδέουν μια έννοια με ένα ευρύτερο σύνολο εννοιών και φαινομένων,
- θα είναι ικανοί να ελέγχουν τις μεταβλητές, που εμπλέκονται σε ένα φαινόμενο ή τεχνολογικό πρόβλημα,
- θα μπορούν να σχεδιάζουν, να επιλέγουν, να κατασκευάζουν και να χρησιμοποιούν υλικά και εργαλεία, για να παρατηρούν, να μετρούν και να συγκεντρώνουν δεδομένα,
- θα μπορούν να θέτουν ερωτήσεις και να σχεδιάζουν τα βήματα λύσης για τη μελέτη ενός φαινομένου, την κατασκευή ενός τεχνολογικού αντικειμένου και την εν γένει αντιμετώπιση ενός προβλήματος,

- Θα είναι ικανοί να αξιοποιούν ένα απλό επιστημονικό λεξιλόγιο, να διαβάζουν, να γράφουν και να συνδιαλέγονται, για να παραγάγουν πολυτροπικά κείμενα επιστημονικού και τεχνολογικού περιεχομένου ,
- Θα μπορούν να επεξεργάζονται, να αναλύουν και να συγκρίνουν δεδομένα,
- Θα είναι ικανοί να απεικονίζουν με διαφορετικούς τρόπους τις ιδέες τους, τα ευρήματα των ερευνών τους και τα συμπεράσματά τους,
- Θα μπορούν να διαπραγματεύονται, να ασκούν και να δέχονται κριτική πάνω στις ιδέες ή τις λύσεις, που προτείνουν για τη μελέτη ενός επιστημονικού ή τεχνολογικού προβλήματος,
- Θα μπορούν να εκτιμούν την πολιτισμική διάσταση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, δηλαδή θα αντιλαμβάνονται την επίδραση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον ανθρώπινο πολιτισμό, τον οποίο συνεχώς τροποποιούν.

1.2 Η Φυσική στο Γυμνάσιο

Το Γυμνάσιο αποτελεί μέρος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης των μαθητών και ως εκ τούτου οφείλει να παρέχει την κατάλληλη προετοιμασία στους πολίτες του αύριο με μέσα και διαδικασίες οι οποίες είναι προσβάσιμες σε όλους. Οι παράγοντες που καθορίζουν το πλαίσιο της διδασκαλίας της Φυσικής απορρέουν από τις απόψεις που κυριαρχούν σήμερα για τη μάθηση και οι σύγχρονες τάσεις που επηρεάζουν τα αναλυτικά προγράμματα και τα προγράμματα της Φυσικής ειδικότερα.

Στα σύγχρονα προγράμματα σπουδών η Φυσική εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών, Μαθηματικών και Τεχνολογικών εφαρμογών γνωστό και με το ακρωνύμιο STEM (Science Technology Engineering Mathematics). Η ένταξη αυτή προτείνεται από όσους σχεδιάζουν αναλυτικά προγράμματα τόσο γιατί εξυπηρετεί καλύτερα τη μάθηση μέσα από την ολιστική αντιμετώπιση προβλημάτων όσο και γιατί γεφυρώνει το χάσμα ανάμεσα στην επιστήμη και τις εφαρμογές της. Ως εκ τούτου ένα πλαίσιο διδασκαλίας των επιστημών αυτών μέσα από ένα μοντέλο ένταξης μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματικότερο για την προετοιμασία των εργαζομένων στο χώρο της τεχνολογίας και της επιστήμης του 21^{ου} αιώνα.

Ειδικότερα οι στόχοι της διδασκαλίας της Φυσικής στο Γυμνάσιο όπως διατυπώνονται και στο Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών (Νέα ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ, 2003 ,ΔΕΠΠΣ - ΑΠΣ Φυσικής – Χημείας, 2003) που συνεχίζει να εφαρμόζεται στο ελληνικό σχολείο είναι:

- να προκαλέσει το σύστημα αντιλήψεων των μαθητών σε σχέση με τα Φυσικά φαινόμενα και να τους προτρέψει στην υιοθέτηση ενός επιστημονικότερο μοντέλο ερμηνεία τους κόσμου,
- να χρησιμοποιούν τη γλώσσα της επιστήμης - την επιστημονική ορολογία
- να χρησιμοποιούν τις γνώσεις αυτές για τη λύση προβλημάτων
- να τους εξοικειώσει με τις μεθοδολογίες εργασίας και έρευνας των Φυσικών Επιστημών, δηλαδή να αναγνωρίζουν ένα πρόβλημα που μπορεί να λυθεί με τις Φυσικές επιστήμες να διατυπώνουν ερωτήματα που να μπορούν να ελεγχθούν πειραματικά να κάνουν υποθέσεις να σχεδιάζουν πειράματα να τα εκτελούν να ελέγχοντας τις μεταβλητές και συλλέγοντας δεδομένα να τα αναλύουν και να τα

αξιολογούν να συλλέγουν πληροφορίες να διατυπώνουν επιχειρήματα να επεξεργάζονται τα δεδομένα να τα ερμηνεύουν να βρίσκουν κανονικότητες και να καταλήγουν σε σχέσεις να παρουσιάζουν τα αποτελέσματά τους και τα συμπεράσματά τους επιχειρηματολογώντας για την εγκυρότητά τους δεδομένων

- να αξιολογούν τον πειραματικό σχεδιασμό και να διατυπώνουν προτάσεις για την βελτίωση ενός σχεδιασμού
- να καταστούν ικανοί να κατανοούν, να χρησιμοποιούν και να αξιολογούν τις εκφράσεις της επιστήμης που τους περιβάλλουν,
- να καλλιεργήσει τη χρήση της επιστημονικής σκέψης στη λήψη αποφάσεων και στην αξιολόγηση καθημερινών καταστάσεων,
- να καλλιεργήσει θετική στάση απέναντι στην επιστήμη ως πολιτισμικού προϊόντος το οποίο μπορεί να συμβάλει θετικά στην πρόοδο.
- Να μεταφέρουν τις σχολικές γνώσεις της φυσικής σε καθημερινά πλαίσια όπως π.χ. να κατανοούν επιστημονικά κείμενα

Ανατρέχοντας στο πρόγραμμα σπουδών της Φυσικής του Γυμνασίου που προβλέπεται να εφαρμοσθεί τα επόμενα χρόνια και ήδη έχει εφαρμοστεί και αξιολογηθεί πιλοτικά σε ορισμένα σχολεία (Π.Σ. Φυσικής Γυμνασίου, 2014) διαβάζουμε ότι βασικοί στόχοι της διδασκαλίας του μαθήματος είναι:

Η Γνώση – κατανόηση επιστημονικών περιεχομένων / γνώσεων με πρωταρχικό στόχους τη μετάδοση γνώσεων της Φυσικής Στο πλαίσιο αυτό επιδιώκεται οι μαθητές:

- Να γνωρίσουν και να κατανοήσουν βασικές έννοιες τις οποίες να διακρίνουν και να τις συνδέουν μεταξύ τους, καθώς και σχέσεις και ερμηνείες της Φυσικής, ώστε να προσεγγίζουν και να ερευνούν φαινόμενα από την οπτική της Φυσικής.

- Να χρησιμοποιούν τις έννοιες στην περιγραφή φυσικών φαινομένων και τεχνολογικών εφαρμογών και να επιλέγουν τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης.

- Να γνωρίζουν απλές μαθηματικές σχέσεις και γραφικές παραστάσεις για να αντλούν πληροφορίες και να λύνουν απλά προβλήματα.

- Να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τις αιτιακές σχέσεις μεταξύ φαινομένων, και να συσχετίζουν και να περιγράφουν τις καταστάσεις που εκδηλώνουν τα συστήματα με μετατροπές ενέργειας και αλληλεπιδράσεις.

- Να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους και σε νέα, εκτός διδακτικού πλαισίου, πεδία, και στην επίλυση προβλημάτων της καθημερινότητας. Κυρίως αυτή η δυναμική κατανόηση των επιστημονικών γνώσεων θα είναι ωφέλιμη για τη ζωή του μαθητή.

Η γνώση των μεθόδων και πρακτικών της Φυσικής – δηλαδή της Φύσης της Επιστήμης με επικέντρωση στη γνώση των πρακτικών που αφορούν τη διερεύνηση και τη μελέτη των φυσικών φαινομένων μέσα από παρατηρήσεις-πειράματα και συλλογή εμπειρικών δεδομένων, την ανάπτυξη ιδεών, υποθέσεων και μοντέλων, και τους μαθηματικούς – λογικούς ελέγχους των υποθέσεων, μοντέλων και θεωριών.

Για την επίτευξη των στόχων που αναφέρονται στα ΠΣ της Φυσικής του Γυμνασίου προτείνονται σενάρια που αξιοποιούν συνδυαστικά ψηφιακούς πόρους με δεδομένα από κλασικά πειράματα και παρατηρήσεις που έχουν ληφθεί στη τάξη, στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών ή σε δράσεις πεδίου. Επίσης, προτείνεται να δίνεται βαρύτητα στην διεπιστημονικότητα (συνδέσεις εντός του αντικειμένου της Φυσικής) και στη διαθεματικότητα (συνδέσεις με άλλα γνωστικά αντικείμενα).

1.3 Η Φυσική στο Λύκειο

Με βάση τους στόχους που αναφέρονται στα προγράμματα σπουδών της Φυσικής λυκείου (ΠΣ Φυσικής Α΄ Λυκείου, 2014 & ΠΣ Φυσικής Β΄ Λυκείου, 2014) τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού ψηφιακού σεναρίου για το λύκειο είναι:

- η εστίαση στις σχέσεις και στη συμβολική αναπαράσταση των μεγεθών (μαθηματικοποίηση των σχέσεων),
- η αξιοποίηση εργαλείων αναπαράστασης σχέσεων των μεγεθών και ερμηνείας των αναπαραστάσεων αυτών και
- η αξιοποίηση συνθετότερων μοντέλων διερευνητικού χαρακτήρα – που παρακινούν το μαθητή να αλληλεπιδράσει με έτοιμα μοντέλα, κατασκευασμένα από άλλους, με στόχο να συγκρίνει και να αντιπαραθέσει τις δικές του ιδέες με τις ιδέες που εμπεριέχονται στα μοντέλα ή εκφραστικού χαρακτήρα (δημιουργία του μοντέλου από τους μαθητές και στη συνέχεια αξιολόγησή του με σύγκριση του με τα αποτελέσματα ενός πραγματικού ή εικονικού πειράματος).

Για τα Εκπαιδευτικά Σενάρια Φυσικής Λυκείου προτείνεται το Διερευνητικό Μοντέλο Μάθησης στις Θετικές Επιστήμες. Το συγκεκριμένο μοντέλο επιλέγεται επειδή αποτελεί έναν από τους βασικότερους και περισσότερο διαδεδομένους τύπους μάθησης τα τελευταία χρόνια για τις θετικές επιστήμες στο εξωτερικό και σταδιακά εφαρμόζεται και στην Ελλάδα. (Rocard, 2007), (EDC Center for Science Education, 2007).

Το Διερευνητικό Μοντέλο Μάθησης έχει προωθηθεί ως μια παιδαγωγική για τη βελτίωση της μάθησης των φυσικών επιστημών σε πολλές χώρες (NRC, 2000; Hounsell & McCune, 2003; Bybee et al., 2008). Το συγκεκριμένο μοντέλο αποτελεί ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο θα μπορούσε να κινηθεί ώστε να οργανώσει τις διδακτικές παρεμβάσεις του.

Η διδασκαλία των θετικών επιστημών μέσω διερεύνησης, απαιτεί όχι μόνο τη μετάδοση της επιστημονικής πληροφορίας, αλλά και των δεξιοτήτων της διερεύνησης, και βαθύτερα, την κατανόηση σχετικά με το τι είναι επιστημονική έρευνα.

2. Σύνδεση Ψηφιακών Σεναρίων με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών

Είναι σημαντικό τα ψηφιακά σενάρια να συνδέονται με τους διδακτικούς στόχους του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών και να εντάσσονται αρμονικά στο ωρολόγιο πρόγραμμα, ώστε να είναι πρακτικά εφαρμόσιμα. Σε αυτό το πλαίσιο, προτείνεται τα σενάρια να έχουν διάρκεια δύο διδακτικών ωρών και να υλοποιούνται σε συνεχόμενο δίωρο στο τέλος του κάθε κεφαλαίου του σχολικού εγχειριδίου. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές θα έχουν εκτελέσει τα πραγματικά πειράματα που περιγράφονται στο Τετράδιο Εργασιών τους και θα αποκτήσει κάποιες προαπαιτούμενες γνώσεις, ώστε στη συνέχεια να τις εμπεδώσουν καλύτερα και να τις επεκτείνουν μέσω του σεναρίου.

Εναλλακτικά, σε περίπτωση που ένα σενάριο αναφέρεται σε μία από τις «δύσκολες» ενότητες, η διάρκειά του μπορεί να είναι μέχρι 3 διδακτικές, με την προϋπόθεση να περιλαμβάνει πείραμα με απλά υλικά που θα εκτελέσουν οι μαθητές σε πραγματικές συνθήκες.

2.1 Στοχοθεσία των ψηφιακών σεναρίων

Στην πλατφόρμα ανάπτυξης των σεναρίων, με βάση τον μέγιστο αριθμός διδακτικών ωρών που διατίθενται για την εφαρμογή ενός ψηφιακού σεναρίου που είναι τρεις (3) ώρες, ο μέγιστος αριθμός των στόχων που μπορούν να τεθούν είναι πέντε.

Οι στόχοι μπορούν να είναι γνωστικοί (γνώσεις, ικανότητες, δεξιότητες), ψυχοκινητικοί, συναισθηματικοί (στάσεις, συμπεριφορές) ή όποιοι άλλοι θεωρεί ο δημιουργός των σεναρίων και τεκμηριώνονται από τις απαιτήσεις των αναλυτικών προγραμμάτων. Η διαθεματική / διεπιστημονική προσέγγιση των φαινομένων και η συσχέτιση των εννοιών αποτελεί ευκταίο και μπορεί να αποτελέσει στοιχείο των διδακτικών στόχων.

2.2 Αξιολόγηση σεναρίου vs αξιολόγηση ψηφιακού σεναρίου

Για την αξιολόγηση των ψηφιακών σεναρίων του αντικειμένου της Φυσικής που αναπτύσσονται στην πλατφόρμα «Αίσωπος» είναι σημαντικό να γίνει συστηματική χρήση των κριτηρίων που έχουν προταθεί από την Ομάδα Εμπειρογνομόνων του ΙΕΠ βάσει της σχετικής ρουμπρίκας που έχει αναπτυχθεί και η οποία αναλύεται σε 4 βασικούς άξονες:

- A.** Σχεδιασμός σεναρίου
- B.** Τεκμηρίωση του ψηφιακού σεναρίου
- Γ.** Εκπαιδευτική διαδικασία
- Δ.** Δραστηριότητες του σεναρίου

Αναλυτικότερα, η ρουμπρίκα που έχει προταθεί για την αξιολόγηση περιλαμβάνει 20 κριτήρια τα οποία παρουσιάζονται ανά άξονα στη συνέχεια:

A. Σχεδιασμός σεναρίου

1. Ο τίτλος του ψηφιακού σεναρίου αποτυπώνει με ακρίβεια τη θεματική ενότητα και το περιεχόμενό του.
2. Ο χρόνος εφαρμογής του ψηφιακού σεναρίου ανταποκρίνεται στο χρόνο που έχει προσδιοριστεί τόσο στο σύνολο του σεναρίου όσο και σε κάθε διακριτή φάση του.
3. Η προτεινόμενη υλικοτεχνική υποδομή και η οργάνωση της τάξης είναι κατάλληλες για το προτεινόμενο ψηφιακό σενάριο.
4. Το ψηφιακό σενάριο αξιοποιεί επαρκώς τις διαδραστικές, πολυμεσικές και πολυτροπικές δυνατότητες της Ψηφιακής Πλατφόρμας ΑΙΣΩΠΟΣ, σε εναρμόνιση με τους διδακτικούς του στόχους.
5. Το θεωρητικό/μεθοδολογικό πλαίσιο που υιοθετείται στο ψηφιακό σενάριο υποστηρίζεται από τις προτεινόμενες δραστηριότητες του.

B. Τεκμηρίωση του ψηφιακού σεναρίου

6. Η διερεύνηση και η ανάλυση του θέματος τεκμηριώνονται άρτια στη γενική περιγραφή του ψηφιακού σεναρίου.
7. Το εκπαιδευτικό πρόβλημα περιγράφει με σαφήνεια τον σκοπό του ψηφιακού σεναρίου.
8. Οι διδακτικοί στόχοι προσδιορίζονται με σαφήνεια και εξυπηρετούνται από το προτεινόμενο ψηφιακό σενάριο.
9. Το ψηφιακό σενάριο είναι κατάλληλο για την ηλικία και την εκπαιδευτική βαθμίδα για την οποία προτείνεται.
10. Γίνεται βιβλιογραφική ή/και δικτυακή τεκμηρίωση των αναφορών που περιλαμβάνει το ψηφιακό σενάριο.

Γ. Εκπαιδευτική διαδικασία

11. Η εκκίνηση της διδασκαλίας (πρώτη φάση του σεναρίου) παρουσιάζεται με σαφήνεια και συμβάλλει στην ενεργοποίηση των μαθητών σε σχέση με το αντικείμενο διδασκαλίας.
12. Χρησιμοποιούνται ποικίλες μορφές διδασκαλίας που είναι κατάλληλες για τους συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους.
13. Οι μαθητές εμπλέκονται γνωστικά με ενεργό τρόπο στο μεγαλύτερο μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας.
14. Το εκπαιδευτικό υλικό και τα φύλλα εργασίας που χρησιμοποιούνται στο ψηφιακό σενάριο είναι κατάλληλα και διευκολύνουν την κινητοποίηση των μαθητών και την ενεργή μάθηση.
15. Το ψηφιακό σενάριο περιλαμβάνει ποικιλία τρόπων αξιολόγησης των μαθητών.

Δ. Δραστηριότητες του σεναρίου

16. Το ψηφιακό σενάριο περιλαμβάνει δραστηριότητες διαβαθμισμένης δυσκολίας (πχ. βαθμός δυσκολίας, ηλικία, επίδοση, ενδιαφέροντα).
17. Οι προτεινόμενες φάσεις διδασκαλίας είναι επαρκώς αναπτυγμένες με κατάλληλες δραστηριότητες για το συγκεκριμένο ψηφιακό σενάριο.
18. Οι δραστηριότητες είναι διδακτικά τεκμηριωμένες (δομημένες σε φάσεις, με σαφείς και κατανοητές οδηγίες, και αντιστοίχιση με τους στόχους για τους οποίους έχουν σχεδιαστεί).
19. Οι μεταβάσεις από τη μια δραστηριότητα στην άλλη είναι κατανοητές, ομαλές και εξυπηρετούν τους διδακτικούς στόχους.
20. Το ψηφιακό σενάριο παρουσιάζει κάποια ιδιαίτερη καινοτομία (π.χ. σε σχέση με την αξιοποίηση των ψηφιακών μέσων ή με την εφαρμογή κάποιας μεθόδου διδασκαλίας).

Γενικότερα, σε κάθε σενάριο τίθενται κάποιοι γνωστικοί στόχοι και, όπως είναι φυσικό, εκτός από την καταγραφή τους θα πρέπει να ελεγχθεί και το κατά πόσο οι στόχοι αυτοί έχουν επιτευχθεί με βάση τα στοιχεία που το σενάριο προτείνει. Η αξιολόγηση, λοιπόν θα πρέπει να διαχωριστεί σε αξιολόγηση των επιδόσεων μαθητών και σε αξιολόγηση της επίτευξης των στόχων του σεναρίου.

Η αξιολόγηση των γνωστικών στόχων γίνεται με τον έλεγχο και την αξιολόγηση των δραστηριοτήτων του σεναρίου και των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας. Τα φύλλα εργασίας μπορεί να περιλαμβάνουν ανοικτές ερωτήσεις, ασκήσεις πολλαπλών επιλογών, ασκήσεις αντιστοίχισης, ασκήσεις σωστού-λάθους, σύντομης απάντησης, κλπ.

Αντίθετα, η αξιολόγηση του σεναρίου δεν είναι απλή υπόθεση καθώς το σενάριο δεν είναι ένα απλό σχέδιο μαθήματος που χρησιμοποιεί κάποιο εκπαιδευτικό υλικό και μια διδακτική μέθοδο για να το αξιοποιήσει στη διδασκαλία. Ένα ψηφιακό σενάριο είναι περισσότερο μια σειρά εννοησιμωμένων δράσεων που επικεντρώνονται σε ένα ή περισσότερα γνωστικά αντικείμενα, χρησιμοποιώντας εργαλεία ΤΠΕ αλλά και συμβατικά. Η λογική του τείνει να κινείται ανάμεσα στη λογική του σχεδίου μαθήματος (lesson plan), όπου περιγράφεται ένα σύντομο σε διάρκεια μάθημα, σε στενή σύνδεση με τη σχολική ύλη και την ισχύουσα σχολική πρακτική, και ανάμεσα στη λογική του σχεδίου εργασίας (project) (προσέγγιση της σχολικής ύλης με ευρύτητα, μεγαλύτερη πρωτοβουλία στην κίνηση των μαθητών, υιοθέτηση αρχών της προοδευτικής παιδαγωγικής σε μεγαλύτερη έκταση, διερευνητική λογική κλπ.). Κατά βάθος η εφαρμογή ενός σεναρίου επιφέρει πολλές αλλαγές ταυτόχρονα: αλλαγή της ισχύουσας πρακτικής της διδασκαλίας και αλλαγή στο περιεχόμενο και το πλαίσιο (content and context) της διδασκαλίας, που σημαίνει κατά βάθος εντελώς διαφορετική προσέγγιση της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης που γίνεται στο ελληνικό σχολείο.

Η αξιολόγηση του σεναρίου, λοιπόν, δεν μπορεί να γίνει με τις παραδοσιακές μεθόδους αξιολόγησης του ελληνικού σχολείου καθώς είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει συνολικά ή κατά περίπτωση κάποια από τα παρακάτω:

(α) Την Ανταπόκριση. Η ανταπόκριση αξιολογεί το πώς ανταποκρίθηκαν οι μαθητές στο σενάριο, δηλαδή αν τους άρεσε και αν ανταποκρίθηκε στις ανάγκες τους. Αυτή η αξιολόγηση μπορεί να γίνει είτε προφορικά με συνεντεύξεις είτε με χρήση ερωτηματολογίου.

(β) Τη Μάθηση. Κεντρικό ερώτημα: Τι έμαθαν οι μαθητές; Γίνεται αποτίμηση των γνωστικών και μεταγνωστικών αποτελεσμάτων του σεναρίου. Η εξακρίβωση της μάθησης μπορεί να γίνει με χρήση pre- και post- test αποτίμησης γνώσης που θεωρούνται ότι καταγράφουν με αντικειμενικό τρόπο τη μάθηση κάθε εκπαιδευόμενου.

(γ) Τη Συμπεριφορά. Κεντρικό ερώτημα: Κατά πόσο έκανε κτήμα του ο μαθητής τη νέα γνώση και τη μετάφερε στις καθημερινές του δραστηριότητες, αλλάζοντας τη συμπεριφορά του; Η παρατήρηση της αλλαγής συμπεριφοράς είναι μια συστηματική προσέγγιση αποτίμησης της συμπεριφοράς πριν και μετά με την πάροδο ικανού χρόνου.

(δ) Τα Αποτελέσματα. Κεντρικό ερώτημα: ... και σε τι ωφέλησε τελικά η νέα γνώση; Καταγράφεται η αποτίμηση του σεναρίου με όρους επιθυμητών αποτελεσμάτων πχ, μεγαλύτερη ανταπόκριση σε δραστηριότητες, ταχύτερη εκτέλεση εργασίας, αλλαγή στάσης στο μάθημα, συνεργασία με συμμαθητές, τόνωση ενδιαφέροντος, ανάπτυξη της αυτοπεποίθησης.

3. Μαθητής και Εκπαιδευτικός στη σύγχρονη τάξη των Φυσικών Επιστημών

3.1 Ο Μαθητής σε μια σύγχρονη τάξη Φυσικών Επιστημών

Μέσα από τα Προγράμματα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού επιχειρείται ο επαναπροσδιορισμός ορισμένων δεδομένων της παραδοσιακής διδακτικής και η προσαρμογή της σχολικής εργασίας σε νεώτερες και καλύτερα τεκμηριωμένες διδακτικές αντιλήψεις. Στην παραδοσιακή διδακτική των Φυσικών Επιστημών η γνώση προσφέρεται έτοιμη στο μαθητή, ο οποίος απλώς καλείται να την κατανοήσει και να την απομνημονεύσει.

Τα σύγχρονα ευρήματα της έρευνας για τις Φυσικών Επιστημών οδηγούν σε μια τάξη που χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία:

- Ο μαθητής δεν αντιμετωπίζεται ως αποδέκτης πληροφοριών που του προσφέρονται από τον δάσκαλο με τη μορφή αφήγησης ή ερωταπόκρισης αλλά κατασκευάζει δυναμικά τη γνώση μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένες καταστάσεις και πειραματισμό.
- Ο μαθητής καλείται να διαμορφώσει τη δική του προσέγγιση στη γνώση στο μέτρο του εφικτού -και με την υποστήριξη πάντα του δασκάλου- μέσα από την προσωπική δραστηριοποίηση και την οργάνωση των εμπειριών του.

Η σύγχρονη τάξη της φυσικής θέλει το μαθητή να:

- αναλαμβάνει πρωτοβουλία
- ερευνά
- πειραματίζεται
- ανταλλάσσει γνώμες με τους συμμαθητές του
- συζητά πιθανούς τρόπους αντιμετώπισής των προβλημάτων
- δοκιμάζει ιδέες
- ελέγχει τα συμπεράσματά του και να τα τεκμηριώνει προσπαθώντας να αποδείξει την ορθότητά τους τόσο στο δάσκαλό του όσο και στους συμμαθητές του.

Οι Φυσικές Επιστήμες δεν θα μπορούσαν παρά να είναι προσανατολισμένες σε εργαστηριακή αντιμετώπιση ώστε με πειραματισμό οι μαθητές να δημιουργούν και να ανακαλύπτουν τη γνώση. Μέσα από τη διεξαγωγή πειραμάτων καλείται ο μαθητής να διαπραγματευτεί ατομικά ή συνεργατικά για να αντιληφθεί τα φυσικά φαινόμενα και να προσεγγίσει τη νέα γνώση. Καθώς ο μαθητής κατασκευάζει -ως ένα βαθμό- τη γνώση, μπορεί να την κατανοήσει καλύτερα και να τη χρησιμοποιήσει ευκολότερα σε ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών. Σημειώνεται ότι η οικοδόμηση της γνώσης δεν μπορεί να είναι το αποτέλεσμα μιας μοναδικής δραστηριότητας αλλά το αποτέλεσμα ποικιλίας δραστηριοτήτων μέσα από τις οποίες θα διερευνηθεί και θα παρουσιαστεί με περισσότερους τρόπους.

Η συνεργατική διερεύνηση και η πειραματική διαδικασία με χρήση απλών υλικών, δημιουργούν ένα πλαίσιο ενεργητικής συμμετοχής των μαθητών σε ομάδες, που προσελκύουν το ενδιαφέρον τους και επιτρέπουν την ισότιμη συμμετοχή τους, ώστε να αναδειχτούν οι ιδιαίτερες ικανότητες όλων και να συνεισφέρουν στη μαθησιακή διαδικασία ξεπερνώντας τις όποιες μαθησιακές ή άλλες δυσκολίες εμφανιστούν.

3.2 Ο Εκπαιδευτικός σε μια σύγχρονη τάξη Φυσικών Επιστημών

Το πρώτο μέλημα του εκπαιδευτικού στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών είναι η ενθάρρυνση των μαθητών να δραστηριοποιηθούν προκαλώντας το ενδιαφέρον τους, προτρέποντάς τους να διατυπώσουν υποθέσεις, τους ενεργοποιεί στην εκτέλεση πειραμάτων και στην καταγραφή παρατηρήσεων.

Ο εκπαιδευτικός προκαλεί συζήτηση για τη διεύρυνση των παρατηρήσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων και εξασφαλίζει την εμπέδωση οδηγώντας τους μαθητές σταδιακά στη γενίκευση, στη μεταφορά και εφαρμογή της γνώσης στα φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Φροντίζει η τάξη να κινείται στους ρυθμούς του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου διδασκαλίας σύμφωνα με τα παρακάτω βήματα:

- κινεί το ενδιαφέρον των μαθητών του (αφόρμηση – ανταλλαγή πληροφοριών)
- τους ωθεί στη διατύπωση υποθέσεων (προβληματισμός – υποθέσεις – συζήτηση)
- τους κατευθύνει σε πειραματισμό (προσωπική ενεργοποίηση – παρατήρηση – πείραμα)
- τους παρωθεί να διατυπώσουν τη θεωρία που ερμηνεύει το φαινόμενο (καταγραφή παρατηρήσεων – συμπεράσματα)
- τους οδηγεί σε διαδικασίες έλεγχου της θεωρίας ώστε να την επιβεβαιώσουν ή να την ή απορρίψουν (εμπέδωση – γενίκευση).

Ωστόσο, το πέρασμα από την ασαφή και περιορισμένη γνώση, που κατέκτησε ο μαθητής μέσα από την παραπάνω διαδικασία, στη συστηματική και γενικευμένη γνώση που ζητείται από αυτόν, η «επισημοποίηση» δηλαδή της γνώσης που αναδείχτηκε μέσα από την πειραματική διαδικασία, είναι το κρίσιμότερο σημείο στην εργασία του δασκάλου. Τα πορίσματα της δράσης των μαθητών πρέπει να ολοκληρωθούν μέσα από συνεχή διάλογο στην τάξη και να μετασχηματιστούν σε συμπεράσματα, σε «θεωρία».

Έτσι προκύπτει ένας νέος ρόλος για τον εκπαιδευτικό της τάξης, σημαντικά διαφοροποιημένος από τον παραδοσιακό ρόλο: να μεταδώσει το μεθοδολογικό πλαίσιο, το σύστημα διερεύνησης που χαρακτηρίζει τις φυσικές επιστήμες. Ο εκπαιδευτικός δεν είναι πια ο αποκλειστικός φορέας της γνώσης αλλά ο οργανωτής του πλαισίου μέσα στο οποίο θα αναπτυχθεί η ερευνητική δραστηριότητα των μαθητών. Συμβουλεύει τους μαθητές, απαντά στις απορίες τους, τους καθοδηγεί και τους εμπυχώνει σε κάθε στάδιο της πορείας τους προς τη γνώση.

4. Η ερευνητική μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών

Η επιστημονική μεθοδολογία της έρευνας, στη γενικότερη μορφή της θα μπορούσε να σχηματοποιηθεί με αδρές γραμμές και συγκεκριμένα βήματα ανεξάρτητα από τη θεματική ή το αντικείμενο της στα εξής:

1. Έναυσμα ενδιαφέροντος – Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι
 - χρησιμοποιείται για την πρόκληση του ενδιαφέροντος του εκπαιδευτικού / μαθητή, σε αναλογία με την πρόκληση της περιέργειας του επιστήμονα/ερευνητή ανθρώπου για την έρευνα του φυσικού κόσμου,
 - στην επιστημονική έρευνα έναυσμα αποτέλεσε συχνά η παρατήρηση των φυσικών φαινομένων, αλλά και η μαθηματική πρόβλεψη ή –ακόμη– η έμπνευση,
 - στην εκπαιδευτική διαδικασία αντλείται από το φυσικό περιβάλλον αλλά συχνά (και) από την επικαιρότητα, με τη μεθοδολογική πρόβλεψη να εμφανίζεται πράγματι ως η αφορμή της συγκεκριμένης μελέτης.
2. Διατύπωση Υποθέσεων – Συζητώ, Προβληματίζομαι, Αναρωτιέμαι, Υποθέτω
 - προβληματισμός για το συγκεκριμένο θέμα, όπως έχει προκύψει από την πρόκληση του εναύσματος και συζήτηση που οδηγεί στη διατύπωση –καταρχήν– υποθέσεων για τα αίτια, αρχές λειτουργίας και τις παραμέτρους που το επηρεάζουν –ή που επηρεάζονται από αυτό–,
 - διερεύνηση των όποιων προαντιλήψεων των μαθητών, ώστε στη συνέχεια, κατά τον πειραματισμό, να ενισχυθούν οι ακριβείς προαντιλήψεις και να αρθούν οι εσφαλμένες, αν υπάρχουν,
 - διατύπωση –κατά το δυνατό ακριβέστερων– υποθέσεων, για την πληρέστερη και πλέον ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του θέματος, όπως απαιτεί η σφαιρικότερη – δυνατή– μελέτη του,
3. Πειραματισμός – Ενεργώ, Πειραματίζομαι
 - η διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων αναδεικνύει την αναγκαιότητα περαιτέρω έρευνας, η ποικιλότητα της οποίας μάλιστα –συνά– επιβάλλει τον χωρισμό των μαθητών σε ομάδες και τον καταμερισμό/εξειδίκευση της εργασίας,
 - οι δραστηριότητες και ο πειραματισμός είναι βασικές συνιστώσες της οποίας πειραματικής εργασίας, είτε αφορά στην αναζήτηση πληροφορίας, είτε στην επικοινωνία με ειδικούς, είτε, κυρίως και απαραίτητως, στην εκτέλεση πειραμάτων, είτε και στη λήψη με-τρήσεων, ακόμη δε και στην επεξεργασία/αξιολόγηση των δεδομένων και τελικά επιλογή και σύνθεσή τους,
 - ο πειραματισμός, η μέτρηση, η στατιστική επεξεργασία, ο υπολογισμός σφαλμάτων και ανοχών, οι ποσοτικοί συσχετισμοί –όταν υπάρχουν ποσοτικές μετρήσεις–, η αξιολόγηση αποτελεσμάτων, ... είναι επίσης χαρακτηριστικά της επιστημονικής μεθοδολογίας και βέβαια δεξιότητες που επιδιώκονται και επιτυγχάνονται με τη χρήση της,
 - ο συντονισμός των ομάδων που πειραματίζονται, ο χρονισμός και η τήρηση χρονοδιαγράμματος, αλλά και η ανάδραση της πληροφορίας είναι βασικές συνιστώσες της επιτυχίας μιας συλλογικής προσπάθειας, στην οποία –με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού– ασκούνται οι εκπαιδευόμενοι μαθητές,
4. Διατύπωση Θεωρίας – Συμπεραίνω, Καταγράφω
 - την επεξεργασία, αξιολόγηση, επιλογή και σύνθεση του συγκεντρωθέντος υλικού, των πειραματικών παρατηρήσεων, των μετρήσεων και των δεδομένων,

- αλλά και τον όποιο ποσοτικό ή ποιοτικό συσχετισμό παραμέτρων, ακολουθεί (με ενεργοποίηση όλων των ομάδων –με συντονιστή τον εκπαιδευτικό–) η διατύπωση των συμπερασμάτων της πειραματικής μελέτης,
- τα συμπεράσματα είναι δυνατό να διατυπωθούν και ως θεωρία, για τον τρόπο με τον οποίο οι συνιστώσες ή/και οι παράμετροι επιδρούν στην εξέλιξη και στην κατάσταση που διαπιστώθηκε κατά την έρευνα του συγκεκριμένου θέματος/φαινομένου.

5. Συνεχής Έλεγχος – Εφαρμόζω, Εξηγώ, Γενικεύω

- μετά την εξαγωγή των συμπερασμάτων γίνεται προσπάθεια εφαρμογής τους στις εναυσματικές και σε άλλες παρόμοιες διαδικασίες και φαινόμενα του φυσικού μας κόσμου,
- τέλος, γίνεται προσπάθεια συσχετισμού τους και με άλλες παρατηρήσεις / φαινόμενα / συμπεράσματα, ώστε με τη σύνθεσή τους να προκύψει η γενικότερη δυνατή θεωρία περιγραφής και ερμηνείας τους.

Ακολουθώντας τα βήματα της επιστημονικής/εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση, οι ερευνητές των Φυσικών Επιστημών προτείνουν συγκεκριμένες στρατηγικές και πρακτικές. Αυτές οι πρακτικές, προτείνονται με τη γενικότητα που επιβάλλει η ιδιαιτερότητα του κάθε εκπαιδευτικού και η διαφορετικότητα των αντικειμενικών δυνατοτήτων και των διαθέσιμων μέσων, αλλά και την κατά βήμα ανάπτυξη που απαιτεί η πληρότητα και η σαφήνεια της πρότασης (Καλκάνης, 2007b).

Ο τρόπος που το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να εφαρμοστεί στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών περιγράφεται αναλυτικά στο βιβλίο δασκάλου που περιλαμβάνεται στο πακέτο των εγχειριδίων για τα Φυσικά της Ε' και Στ' Δημοτικού ως εξής (Αποστολάκης, κ.ά., 2006):

«Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο βασίζεται στη δραστηριοποίηση του μαθητή για την κατά το δυνατό αυτόνομη αντιμετώπιση των προβλημάτων, στα οποία τα φυσικά φαινόμενα ανάγονται. Η δυνατότητα των παιδιών στη συμμετοχική ανακάλυψη δεν είναι ανεξέλεγκτη αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια και μεθοδεύεται από συγκεκριμένες πρωτοβουλίες, που το καθιστούν πρακτικά εφαρμόσιμο. Ο δάσκαλος έχει κάθε στιγμή τη δυνατότητα παρακολούθησης της μαθησιακής πορείας. Η ανακαλυπτική διάσταση δε σημαίνει την τυχαία διερεύνηση του φυσικού κόσμου με ανεξέλεγκτη πρωτοβουλία του μαθητή.

Η ανακαλυπτική του διάσταση έγκειται στην ελεγχόμενη μετατόπιση του μαθήματος στη δραστηριότητα του μαθητή και στην αναγωγή των φαινομένων σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν αυτόνομα. Οι μαθητές συστηματοποιούν την εργασία τους σύμφωνα με τα μεθοδολογικά πρότυπα των φυσικών επιστημών, προβληματίζονται από τις καθημερινές τους παρατηρήσεις, διατυπώνουν υποθέσεις, τις ελέγχουν με απλά πειράματα, παρατηρούν την εξέλιξή τους καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και καταλήγουν σε ποιοτικά συμπεράσματα. Κάθε μαθητής δομεί τη δική του αντίληψη για τον κόσμο. Σημαντικό είναι η όποια καθοδήγηση του μαθητή να στοχεύει στη μεθόδευση της δουλειάς του, χωρίς να επιφέρει το στραγγαλισμό της φαντασίας ούτε να καταπιέζει τη διάθεσή του να έχει την πρωτοβουλία»

4.1 Το πείραμα ως κομμάτι της μαθησιακής διαδικασίας

Στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού ο μαθητής μαθαίνει να οργανώνει τις παρατηρήσεις του και να εκτελεί απλά πειράματα που πολλές φορές δε διαφέρουν από τις καθημερινές δραστηριότητες ως προς το περιεχόμενο αλλά κυρίως ως προς τη μεθοδολογία. Η χρήση των πειραμάτων με απλά μέσα στην τάξη εξυπηρετεί την εξοικείωση του μαθητή με την επιστημονική μεθοδολογία. Στο Βιβλίο Δασκάλου που περιλαμβάνεται στο πακέτο των εγχειριδίων για τα Φυσικά της Ε' και Στ' Δημοτικού, αναφέρεται πως η πειραματική διάταξη, πρέπει να συμβαδίζει με την «αρχή της οικονομίας» η απλότητα της διάταξης εξασφαλίζει ότι δε θα χαθεί αυτή σε λεπτομερείς και ακριβείς μετρήσεις.

Τα όργανα δεν πρέπει να φαίνονται στο μαθητή ξένα. Ανάλογα με το διαθέσιμο χρόνο μπορεί οι διατάξεις να έχουν προ κατασκευαστεί από το δάσκαλο ή τους μαθητές ή μπορεί η κατασκευή τους να αποτελεί μέρος του μαθήματος. Παρέχουν τη δυνατότητα στο μαθητή να επαναλάβει αυτόνομα και στο σπίτι τα πειράματα που εκτελούνται στο σχολείο, να δοκιμάσει εναλλακτικές προσεγγίσεις και να τις παρουσιάσει στην τάξη. Οι δάσκαλοι επιτρέπουν στους μαθητές να πειραματιστούν ελεύθερα, έχοντας στη διάθεσή τους όσο χρόνο αποφασίζουν μόνοι τους να διαθέσουν.

Η πρακτική άσκηση των μαθητών επιτρέπει επίσης την ανάδειξη δεξιοτήτων πολύ ευρύτερων απ' αυτές που συνήθως καλλιεργούνται στο σχολείο. Ο μαθητής που έχει έφεση στην κατασκευή θα αναλάβει την πολυπλοκότερη διάταξη, ο πιο μεθοδικός την καταγραφή κ.ο.κ. (Αποστολάκης, κ.ά., 2006).

Η διδακτική εμπειρία έχει δείξει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των πειραμάτων που περιγράφονται στο Τετράδιο Εργασιών των μαθητών, μπορούν να εκτελεστούν από τους μαθητές σε ομάδες με σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα σε επίπεδο γνώσεων και δεξιοτήτων.

Σύμφωνα με τους Tobin et al. (1994) ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές εμπλέκονται στις εργαστηριακές δραστηριότητες επηρεάζει τελικά και το πώς και το τι αυτοί μαθαίνουν. Ουσιαστικά, οι επιστημολογικές θεωρίες, απόψεις ή πεποιθήσεις διδασκόντων και διδασκομένων παρεμβαίνουν με αποφασιστικό τρόπο στη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών με την εργαστηριακή της μορφή.

5. Διδακτική μεθοδολογία στις Φυσικές Επιστήμες – Σύνδεση με το ψηφιακό σενάριο

Η περιγραφή του σεναρίου μπορεί να ξεκινήσει με τον καθορισμό της θεωρίας μάθησης στην οποία στηρίζεται η διδασκαλία (πχ. κοινωνικός εποικοδομητισμός, ανακαλυπτική μάθηση διερευνητική μάθηση κ.ο.κ) και της μεθόδου διδασκαλίας που θα ακολουθηθεί (π.χ. κατευθυνόμενη διερεύνηση, project, επίλυση προβλήματος, διαθεματική προσέγγιση) και ο τρόπος εφαρμογής της (συνεργατική, εργασία σε ομάδες).

Η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική αναδεικνύει νέες δυνατότητες και προβληματισμούς σε ζητήματα επικοινωνίας, τρόπων διδασκαλίας, αξιολόγησης, οργάνωσης κλπ. Η αξιοποίησή των ΤΠΕ παρέχει τη δυνατότητα να εκπαιδεύεται μεγάλος αριθμός μαθητών. Επιτρέπεται τη συνδυαστική χρήση πολλών μέσων (ήχος, εικόνα, κίνηση, κείμενο, βίντεο κλπ) καθιστώντας τη μάθηση πιο ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική. Εμπλέκεται ο μαθητής ενεργά στη μαθησιακή και βοηθούν στην καλλιέργεια ικανοτήτων αυτορρύθμισης και αναστοχασμού.

Οι τέσσερις μορφές διδακτικής προσέγγισης που προτείνονται για τη Φυσική είναι:

Μορφή	Έκβαση	Προσέγγιση	Διαδικασία
Ερμηνευτική	Προκαθορισμένη	Παραγωγική	Δεδομένη
Ανακαλυπτική	Προκαθορισμένη	Επαγωγική	Δεδομένη
Διερευνητική	Μη Προκαθορισμένη	Επαγωγική	Παράγεται από τους μαθητές
Επίλυσης προβλημάτων	Προκαθορισμένη	Παραγωγική	Παράγεται από τους μαθητές

Ειδικότερα:

Στην ερμηνευτική πρακτική το θέμα και η έκβασή του είναι προκαθορισμένα από το σενάριο και τον εκπαιδευτικό. Η προσέγγιση είναι παραγωγική, γίνεται συσχέτιση του αντικειμένου με τα προηγούμενα, οι ενέργειες των μαθητών καθοδηγούνται και ακολουθούν οδηγίες, συλλέγουν δεδομένα, και συγκρίνουν με τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Τα πλεονεκτήματα είναι ότι δεν είναι χρονοβόρα, απαιτεί ελάχιστη συμμετοχή του εκπαιδευτικού και μπορεί να εκτελεστεί από πολλούς μαθητές. Τα μειονεκτήματα είναι ότι δίδεται έμφαση σε χαμηλού επιπέδου στόχους (γνώση, κατανόηση, εφαρμογή) και δεν περιλαμβάνει υψηλού επιπέδου στόχους (ανάλυση, σύνθεση, αξιολόγηση).

Στην ανακαλυπτική πρακτική το θέμα και η έκβασή του είναι καθορισμένο από το σενάριο. Η διαδικασία παρέχεται στους μαθητές οι οποίοι καθοδηγούνται στην πορεία τους προς την ανακάλυψη. Οι μαθητές διατυπώνουν ερωτήσεις, συλλέγουν δεδομένα και οδηγούνται σε συμπεράσματα. Τα πλεονεκτήματα είναι ότι η μάθηση επιτυγχάνεται μέσα από άμεσες εμπειρίες και επιτυγχάνεται κατανόηση των αρχών αφού η προσέγγιση είναι επαγωγική και όχι παραγωγική όπως στην ερμηνευτική πρακτική. Τα μειονεκτήματα είναι ότι είναι χρονο-

βόρα, δεν αναπτύσσονται στρατηγικές από τους μαθητές και γεννάται το ερώτημα πως οι μαθητές μπορούν να ανακαλύπτουν αν δεν έχουν κατανοήσει πρώτα τις έννοιες.

Στη διερευνητική πρακτική η έκβαση δεν είναι προκαθορισμένη από το σενάριο και οι μαθητές δεν καθοδηγούνται αλλά παράγουν τη διαδικασία καθορίζουν το σκοπό και τον τρόπο της διερεύνησης, διατυπώνουν υποθέσεις και προβλέψεις και εκτελούν τη διερεύνηση. Ο καθηγητής έχει το ρόλο του σύμβουλου, ερμηνεύει τη συνολική εικόνα, εκπαιδεύει τους μαθητές να χρησιμοποιούν τα υλικά και τα λογισμικά, καταγράφει την πρόοδο των μαθητών, προσφέρει υποδείξεις ώστε οι μαθητές να εκτελέσουν την εργασία που τους ανατέθηκε και σταδιακά απομακρύνεται ώστε οι μαθητές να φέρουν σε πέρας την έρευνά τους. Η προσέγγιση είναι επαγωγική όπως και στην ανακαλυπτική πρακτική.

Τα πλεονεκτήματα είναι ότι βελτιώνει τη στάση απέναντι στην επιστήμη και αναπτύσσει την κριτική σκέψη, δίνει έμφαση σε υψηλού επιπέδου διδακτικούς στόχους (διατύπωση υπόθεσης, ερμηνεία, κριτική, ανάλυση, δημιουργία, αξιολόγηση) και μιμείται την επιστημονική έρευνα. Τα μειονεκτήματα είναι ότι προϋποθέτει λειτουργική σκέψη αλλά δεν την αναπτύσσει, έχει πολύ μεγάλες απαιτήσεις από τους μαθητές, δίνει μεγάλη έμφαση στις διαδικασίες της επιστήμης και όχι τόσο στο περιεχόμενο.

Στην πρακτική δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων το πρόβλημα και η έκβασή του είναι προκαθορισμένα. Ανατίθενται μελέτες και παρέχονται υποδείξεις στους μαθητές. Οι μαθητές συλλέγουν πληροφορίες από τις μελέτες που τους ανατέθηκαν, σχεδιάζουν το πείραμα ή τη διερεύνηση με το λογισμικό και επιλύουν το πρόβλημα. Τα πλεονεκτήματα είναι ότι αναπτύσσονται οι ικανότητες διατύπωσης επιστημονικών υποθέσεων από τους μαθητές, εκτελούνται διερευνήσεις και μοντελοποιήσεις που σχετίζονται με την πραγματικότητα και έχουν νόημα για τους μαθητές, δημιουργεί ικανούς λύτες προβλημάτων και αναπτύσσει την κριτική σκέψη. Τα μειονεκτήματα είναι ότι είναι χρονοβόρα, έχει μεγάλες απαιτήσεις από τους μαθητές και τον εκπαιδευτικό και ότι οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν τις εμπλεκόμενες έννοιες και αρχές.

Οι πρακτικές που προτείνονται να αξιοποιηθούν στις Φυσικές Επιστήμες απορρέουν από γνωστικές θεωρίες μάθησης που εστιάζονται στην οικοδόμηση της γνώσης από τον μαθητή (εποικοδομισμός και του κοινωνικός εποικοδομισμός). Η οικοδόμηση της γνώσης γίνεται με την ενεργή συμμετοχή του μαθητή σε κατάλληλες εκπαιδευτικές εμπειρίες. Οι επιλογή των εκπαιδευτικών δράσεων γίνεται με βάση τις εναλλακτικές απόψεις που ο μαθητής μπορεί να έχει για τις έννοιες και τα φαινόμενα που μελετά.

Η στρατηγική που στηρίζεται στα μοντέλα οικοδόμησης της γνώσης περιλαμβάνει τις φάσεις:

- Ανάδειξης των εναλλακτικών απόψεων που συνδέονται με το φαινόμενο μέσα από ερωτήσεις που καλούν τους μαθητές να διατυπώσουν τι περιμένουν να συμβεί (υπόθεση) και γιατί το πιστεύουν αυτό.
- Υλοποίησης συγκριμένων έργων τα οποία αναδεικνύουν την επιστημονική αντίληψη για το θέμα αποσταθεροποιώντας τις εναλλακτικές απόψεις
- Εξαγωγής συμπερασμάτων από την εμπειρία που αποκτήθηκε για τα φαινόμενα ή και τα ερωτήματα που ερευνώνται και
- Σύγκρισης των νέων ιδεών με τις αρχικές, αξιολόγηση των διαφορών και των δεδομένων πάνω στα οποία στηρίχθηκαν αυτοί οι μετασχηματισμοί ιδεών.

Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει τη γνωστική σύγκρουση και έχει ως στόχο την εννοιολογική αλλαγή (Vosniadou, 1994). Μπορεί να συνδυαστεί με μία φάση προετοιμασίας κατά την οποία οι μαθητές εισάγονται στο θέμα που θα μελετήσουν (έναυσμα). Η ολοκλήρωση της προτεινόμενη τεχνικής είναι η εφαρμογή των γνώσεων που αποκτήθηκαν σε νέο πλαίσιο (επέκταση).

Οι εκπαιδευτικές εμπειρίες που οδηγούν στη γνωστική σύγκρουση μπορούν να δημιουργηθούν από ποικίλες δραστηριότητες. Για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- η τεχνική της αναλογίας για την εισαγωγή νέων άγνωστων στο μαθητή εννοιών.
- το πείραμα σε πραγματικό εργαστήριο ή σε εικονικό περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει στην εννοιολογική ανασυγκρότηση παρέχοντας εμπειρίες οι οποίες αποδημούν τις προαντιλήψεις.
- η τεχνική της μοντελοποίησης για τη διδασκαλία δεξιοτήτων και σχέσεων καθώς και η κατασκευή και ερμηνεία μοντέλων από τους ίδιους τους μαθητές για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας και των σχέσεων που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μέρη ενός συστήματος.

Μία παρόμοια διδακτική στρατηγική είναι αυτή της διερεύνησης (White & Frederiksen, 1998) η οποία υλοποιείται με τα βήματα

- ερώτηση,
- υπόθεση
- πείραμα/έρευνα
- ανάλυση
- διατύπωση συμπερασμάτων
- αξιολόγηση.

Ανάλογα με το βαθμό ελευθερίας που έχουν οι μαθητές η παραπάνω προσέγγιση μπορεί να χαρακτηριστεί ως κατευθυνόμενη ανακάλυψη (αν το ερώτημα, το πείραμα, την ανάλυση την κατευθύνει ο εκπαιδευτικός) ή διερεύνηση (αν δίνεται το πρόβλημα στους μαθητές αλλά καλούνται οι ίδιοι να ορίσουν την μέθοδο με την οποία θα το αντιμετωπίσουν). Η διερεύνηση έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με διαφορετικούς βαθμούς ελευθερίας ανάλογα με την ανάπτυξη των μαθητών και τις ικανότητές τους.

Η στρατηγική της σκαλωσιάς (Hmelo-Silver, et al 2007) μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στη διδασκαλία νέων δεξιοτήτων όπως ο σχεδιασμός ενός πειράματος, ο έλεγχος μίας μεταβλητής και η διατύπωση ενός επιχειρήματος που στηρίζεται σε πειραματικά δεδομένα και χρησιμοποιεί την επιστημονική εξήγηση. Η στρατηγική της σκαλωσιάς έχει στόχο να καθοδηγήσει μέσα από την παροχή οδηγιών ή άλλων υποστηρικτικών εργαλείων (όπως συγκεκριμένες εκφράσεις) στην πραγματοποίηση ενός έργου. Τα βήματα θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να οδηγούν σε αυτό το αποτέλεσμα. Όταν ο μαθητής εξοικειωθεί με τη δεξιότητα η υποστήριξη αποσύρεται σταδιακά και ο μαθητής μπορεί να εκτελεί μόνος του το συγκεκριμένο έργο.

Όλα τα παραπάνω απαιτούν και προϋποθέτουν την **ενεργή συμμετοχή** του μαθητή σε όλα τα στάδια της διδασκαλίας. Ο μαθητής οικοδομεί τη γνώση τους και προβαίνει σε διαδικα-

σίες αυτορρύθμισης. Έτσι αναπτύσσει ικανότητες αυτόνομης μάθησης που όπως του σχεδιασμού, της παρακολούθησης και του έλεγχου της διαδικασίας μάθησης και της προσαρμογής της ανάλογα με τα δεδομένα που διαμορφώνονται.

Η **συνεργασία** αποτελεί μια σημαντική διάσταση της μάθησης και θεωρείται από τις βασικότερες δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα. Σύγχρονα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μας δίνουν την δυνατότητα συνεργασίας δια ζώσης αλλά και από απόσταση. Οι περιοχές συζητήσεων, οι χώροι ανταλλαγής υλικών, τα κοινόχρηστα έγγραφα και οι εφαρμογές που ενημερώνονται από χρήστες έχουν αλλάξει τα τελευταία χρόνια τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η συνεργασία.

5.1 Χρήση ψηφιακών μέσων στις Φυσικές Επιστήμες

Σύμφωνα με τα ΠΣ των Φυσικών Επιστημών οι δραστηριότητες που θα πραγματοποιούνται στο πλαίσιο της διδασκαλίας θα πρέπει να διευκολύνουν και να ενισχύουν την ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να δημιουργούν, την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών ως εργαλείο μάθησης και σκέψης, την ανάπτυξη τεχνικών επίλυσης προβλημάτων, την ικανότητα στη χρήση συμβολικών μέσων έκφρασης και διερεύνησης, την καλλιέργεια διαχρονικών δεξιοτήτων και δεξιοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα (ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, 2003).

Η χρήση των ψηφιακών μέσων συνήθως προδιαθέτει θετικά τους μαθητές, όμως αυτό δεν αρκεί για να τεκμηριώσει την ανάγκη για τη χρήση τους. Μέσα από τα ψηφιακά σενάρια μπορούν να ενσωματωθούν στο εκπαιδευτικό υλικό αρχεία πολυμέσων, προσομοιώσεις και οπτικοποιήσεις (εφόσον ο δημιουργός τους επιτρέπει την ενσωμάτωσή τους) ή να γίνεται άμεση παραπομπή σε εξωτερικούς δικτυακούς τόπους.

Παράλληλα, μέσα από την πλατφόρμα του «Αίσωπου» μπορεί να αναρτηθεί υλικό πολυμέσων, να δημιουργηθούν πολλαπλές δραστηριότητες ερωτήσεων ή διαδραστικών παρουσιάσεων, που όμως περιορίζονται σε υλικό κλειστού τύπου, ενώ, τουλάχιστον στην παρούσα φάση, δεν υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής ελεύθερου κειμένου από τους μαθητές. Αυτό δημιουργεί σοβαρά προβλήματα γιατί απαιτεί την συμπλήρωση του ψηφιακού υλικού με έντυπα φύλλα εργασίας που οι μαθητές θα καταγράψουν τις υποθέσεις / ερευνητικά τους ερωτήματα, τις παρατηρήσεις του πειραματισμού και τα συμπεράσματά τους. Ελπίζουμε σε επόμενη έκδοση της πλατφόρμας να μπορεί όλη η εκπαιδευτική διαδικασία να γίνεται αμιγώς με ψηφιακά μέσα και να μην απαιτείται η εκτύπωση και έντυπων φύλλων εργασίας.

Η χρήση των ψηφιακών μέσων σε κάθε περίπτωση πρέπει να λειτουργεί ενισχυτικά / συμπληρωματικά στο εκπαιδευτικό υλικό που έχουν ήδη οι μαθητές. Στις Φυσικές επιστήμες το ψηφιακό υλικό είναι εξαιρετικό εργαλείο για την αναπαράσταση διαδικασιών του μικρόκοσμου ή την δημιουργία μοντέλων. Η χρήση εικονικών διαδραστικών εργαστηριακών διατάξεων επιτρέπει την επιλεκτική εναλλαγή παραμέτρων με έλεγχο των αποτελεσμάτων αλλά και την παρακολούθηση πειραματικών διαδικασιών που είναι δύσκολο να υλοποιηθούν στην τάξη. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι η χρήση των ψηφιακών μέσων μπορεί να υποκαταστήσει τον πειραματισμό με πραγματικά σώματα από τους μαθητές. Τα ψηφιακά μέσα μπορούν να συστηματοποιηθούν σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε και να αποτελέσουν «Ψηφιακά Διδακτικά Σενάρια».

5.2 Μεθοδολογία διαχείρισης των Ψηφιακών Σεναρίων για τις Φυσικές Επιστήμες

Όπως για την εκπαιδευτική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών γενικότερα, έτσι και για την περίπτωση των ψηφιακών σεναρίων προτείνεται η επιστημονική/εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση (ή ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο), που αποτελεί μια παιδαγωγική προσέγγιση της ιστορικά καταξιωμένης επιστημονικής ερευνητικής μεθόδου, της μεθόδου με την οποία ο επιστήμονας, ο ερευνητής, ο άνθρωπος ερεύνησε και ερευνά το φυσικό κόσμο (Καλκάνης, 2007α).

Διερεύνηση είναι ο τρόπος με τον οποίο δουλεύουν οι επιστήμονες, αλλά και οι δραστηριότητες μέσα από τις οποίες μαθαίνουν οι μαθητές τόσο τις επιστημονικές έννοιες όσο και τις επιστημονικές διαδικασίες. Θέτω ερωτήματα, παρατηρώ, σχεδιάζω έρευνες, συλλέγω πληροφορίες, αναλύω και ερμηνεύω δεδομένα καθώς και κατασκευάζω και επικοινωνώ εξηγήσεις. Η διερευνητική στρατηγική έχει εφαρμοσθεί και εφαρμόζεται στην εκπαίδευση με αποτέλεσμα ότι οι Έλληνες μαθητές και πολλοί εκπαιδευτικοί να είναι εξοικειωμένοι με τη μέθοδο αυτή και τα συγκεκριμένα βήματά της.

5.3 Υλικότεχνική υποδομή για χρήση ψηφιακών σεναρίων για τις Φυσικές Επιστήμες

Για την εφαρμογή του ψηφιακού υλικού θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι υλικότεχνικές υποδομές του μέσου σχολείου, αλλά μπορεί να δίνεται η δυνατότητα για χρήση και πιο προηγμένων τεχνολογικών μέσων. Αν θέλαμε να περιγράψουμε τις δυνατότητες ενός μέσου σχολείου, θα μπορούσαμε να δεχτούμε ότι ο εκπαιδευτικός μπορεί να έχει στη διάθεσή του υπολογιστή με βιντεοπροβολέα ή και διαδραστικό πίνακα, ευρυζωνική σύνδεση στο διαδίκτυο. Για την εργασία των μαθητών σε ομάδες μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε το σχολικό εργαστήριο πληροφορικής είτε οι φορητοί υπολογιστές που απαρτίζουν το φορητό εργαστήριο που έχουν πολλά σχολεία. Προτείνεται η εργασία των μαθητών σε ομάδες και όχι εξατομικευμένη χρήση υπολογιστή από κάθε μαθητή.

Γενικά το ψηφιακό σενάριο είναι δυνατό να υλοποιηθεί:

- στο Εργαστήριο Πληροφορικής του σχολείου: με βιντεοπροτζέκτορα και έναν υπολογιστή ανά δύο ή τρεις μαθητές.
- στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου: με βιντεοπροτζέκτορα και έναν υπολογιστή που χειρίζεται ο εκπαιδευτικός και εκ περιτροπής οι ομάδες των μαθητών, και εργαστηριακούς πάγκους με υλικά πειραματισμού
- στη σχολική αίθουσα: με βιντεοπροτζέκτορα ή οθόνη τηλεόρασης και έναν υπολογιστή που χειρίζεται ο εκπαιδευτικός και εκ περιτροπής οι ομάδες των μαθητών.

Ειδικά για τα Φυσικά, σε κάθε περίπτωση τα απλά / καθημερινά υλικά και μέσα για τις πειραματικές διαδικασίες, προτείνεται να συγκεντρώνονται από τους μαθητές ώστε να τους δίνεται η δυνατότητα επανάληψης των διαδικασιών και έξω από τη σχολική τάξη, αλλά και για την απομυθοποίηση της ερευνητικής διαδικασίας.

5.4 Προτεινόμενη συνοπτική Δομή Ψηφιακού Σεναρίου στις Φυσικές Επιστήμες

Φάση Σεναρίου	Βήμα Μεθοδολογίας	Υλικό	Εκπαιδευτικός	Μαθητής
1 ^η	Έναυσμα Ενδιαφέροντος	Διαδραστικά εργαλεία πλατφόρμας Αίσωπος (Βίντεο και εικόνες) Φύλλο Εργασίας	Διανέμει τα φύλλα εργασίας, τα οποία περιγράφουν την όλη διδακτική παρέμβαση και καθοδηγούν τους μαθητές. Προβάλλει υλικό (με βιντεοπρωτόζεκτορα σε όλη την τάξη) για την πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών και εστιάζει την προσοχή τους στα σημεία του υλικού που αφορούν στους διδακτικούς του στόχους.	Μελετούν τα φύλλα εργασίας και παρακολουθούν το υλικό. Διατυπώνουν τις παρατηρήσεις τους.
2 ^η	Διατύπωση Υποθέσεων	Διαδραστικά εργαλεία πλατφόρμας Αίσωπος (Ερωτήσεις ανοικτού τύπου)	και προβάλλει τις ερωτήσεις μέσω της πλατφόρμας. Οργανώνει συζήτηση στην τάξη με θέμα την ανακοίνωση των υποθέσεων των μαθητών.	Ανακοινώνουν τις υποθέσεις τους και τις συζητούν στην τάξη.
3 ^η	Πειραματισμός	Διαδραστικά εργαλεία πλατφόρμας Αίσωπος (οδηγίες πειραματισμού)	Καθοδηγεί τις ομάδες των μαθητών να εκτελέσουν τα πειράματα που περιγράφονται στην πλατφόρμα.	Χωρίζονται σε ομάδες, παίρνουν τα υλικά του πειραματισμού από τον εκπαιδευτικό, εκτελούν τα πειράματα (εικονικά ή πραγματικά), ελέγχοντας με αυτό τον τρόπο τις υποθέσεις τους. Ανακοινώνουν τις παρατηρήσεις τους.
4 ^η	Διατύπωση Συμπερασμάτων - Ερμηνεία	Διαδραστικά εργαλεία πλατφόρμας Αίσωπος (οπτικοποιήσεις μικροκόσμου, κείμενα με κενά και χάρτη εννοιών)	Καθοδηγεί τους μαθητές να παρατηρήσουν τις οπτικοποιήσεις του μικροκόσμου και να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα που παρατήρησαν στα πειράματα με βάση το πρότυπο του μικροκόσμου. Οργανώνει συζήτηση στην τάξη με θέμα τη διατύπωση συμπερασμάτων. Καθοδηγεί τη συμπλήρωση του χάρτη εννοιών.	Παρακολουθούν οπτικοποιήσεις του μικροκόσμου και ερμηνεύουν με βάση το πρότυπο του μικροκόσμου αυτά που παρατήρησαν στο βήμα του πειραματισμού. Διατυπώνουν τα συμπεράσματά τους και συμπληρώνουν το χάρτη εννοιών στην πλατφόρμα.
5 ^η	Εφαρμογή και Αξιολόγηση	Διαδραστικά εργαλεία πλατφόρμας Αίσωπος (ερωτήσεις αξιολόγησης κλειστού ή ανοικτού τύπου)	Καθοδηγεί τους μαθητές στην εκτέλεση δραστηριοτήτων εφαρμογής και αξιολόγησης.	Εκτελούν δραστηριότητες εφαρμογής και αξιολόγησης στην πλατφόρμα.

5.5 Ηλεκτρονικές πηγές ψηφιακού υλικού

Με την επιφύλαξη των όσων ισχύουν περί πνευματικών δικαιωμάτων και ελεύθερης χρήσης για εκπαιδευτικούς σκοπούς ψηφιακού υλικού, προτείνονται οι παρακάτω πηγές:

- Δικτυακός τόπος <http://micro-kosmos.uoa.gr> όπου υπάρχει ποικίλο υλικό για τα Φυσικά της Ε' και Στ' Δημοτικού (προσομοιώσεις μικροκόσμου, ιδιοκατασκευές πειραμάτων, τίτλοι εκπαιδευτικού λογισμικού, πρότυπα σχέδια μαθήματος, φύλλα εργασιών, φυλλάδια αξιολόγησης)

- «Με το μικρόκοσμο εξηγώ»: Σειρά της Εκπαιδευτική Τηλεόρασης, όπου παρουσιάζονται οπτικοποιήσεις που έχουν δημιουργηθεί στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Παιδαγωγικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε αυτές τις οπτικοποιήσεις έχει καταβληθεί ιδιαίτερη προσπάθεια επιστημονικής συνέπειας και αποφυγής οπτικοποιήσεων που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν εναλλακτικές απόψεις στους μαθητές.

- «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο»: Εκπαιδευτικό λογισμικό του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για την Ε' και Στ' Δημοτικού. Σημειώνεται ότι στο συγκεκριμένο λογισμικό απαιτείται προσοχή για την αποφυγή δημιουργίας σύγχυσης στους μαθητές καθώς συχνά τα σωματίδια έχουν ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά.

- «Ανακαλύπτω τις μηχανές», εκπαιδευτικό λογισμικό προσαρμοσμένο στο ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα, έργο Κίρκη / Γ' ΚΠΣ, Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ σε συνεργασία με τις εκδόσεις Ερευνητές Α.Ε.

Ως επιπλέον πηγές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αυτές που διατίθενται μέσα από τον δικτυακό τόπο του Ψηφιακού Σχολείου (<http://dschool.edu.gr>), συμπεριλαμβάνοντας τα Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία και το Φωτόδεντρο, όπως σημειώνονται στη συνέχεια. Από το εκπαιδευτικό λογισμικό που είχε δημιουργηθεί ως συνοδευτικό των σχολικών βιβλίων και πιστοποιηθεί από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς εγκατάσταση υλικό που έχει διαμορφωθεί από την ομάδα τεχνικής στήριξης του σχολικού δικτύου <http://ts.sch.gr/software>. Προσομοιώσεις, οπτικοποιήσεις ή εικονικά πειράματα που διατίθενται στο διαδίκτυο μπορούν να χρησιμοποιηθούν εφόσον υπάρχει η αντίστοιχη άδεια χρήσης των πνευματικών δικαιωμάτων από τους δημιουργούς τους ή τους οργανισμούς που τους παρέχουν.

Πανελλήνια Ψηφιακά Αποθετήρια Εκπαιδευτικού Περιεχομένου για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

- «Φωτόδεντρο/Μαθησιακά Αντικείμενα» <http://photodentro.edu.gr/lor/>
- «Φωτόδεντρο/Εκπαιδευτικά Βίντεο» <http://photodentro.edu.gr/video>
- «Φωτόδεντρο/Εκπαιδευτικό Λογισμικό» <http://photodentro.edu.gr/edusoft>
- «Φωτόδεντρο/e-γλικο χρηστών» <http://photodentro.edu.gr/ugc>
- Φωτόδεντρο/ Ανοιχτές «Εκπαιδευτικές Πρακτικές» <http://photodentro.edu.gr/oep/>

Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία <http://ebooks.edu.gr/>

Ιστότοποι φορέων, οργανισμών, υπηρεσιών του ΥΠΟΠΑΙΘ

- Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος» <http://cti.gr/>
- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) <http://www.iep.edu.gr/>

- Κέντρο Ελληνικής Γλώσσας (ΚΕΓ) <http://www.greeklanguage.gr/>
- Εκπαιδευτική Τηλεόραση <http://www.edutv.gr/>
- Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο <http://www.sch.gr/>

Αναγνωρισμένα Ευρωπαϊκά Αποθετήρια και Συσσωρευτές Εκπαιδευτικού και Πολιτισμικού Περιεχομένου

- Europeana <http://www.europeana.eu/>
- Open Discovery Space (ODS) <http://www.opendiscoveryspace.eu/>
- EUN Learning Resource Exchange for schools <http://lreforschools.eun.org/>
- Scientix <http://www.scientix.eu/>
- PhET <https://phet.colorado.edu/>
- TEDEd Lessons <http://ed.ted.com/>

Άλλα

- Safer Internet <http://www.saferinternet.gr/>

Σύνδεσμοι ιστοτόπων σχετικών με τη Φυσική

- Αντώνιος Γκούτσιας – Μαθαίνοντας Φυσική στο Internet <http://www.geocities.com/gutsi1/> Προσομοιώσεις, φύλλα εργασίας και προτάσεις εφαρμογής της Φυσικής στην τάξη.
- Η Φυσική στο Δίκτυο <http://www.physics4u.gr/> Πύλη με πολλούς κατηγοριοποιημένους συνδέσμους σε ιστοτόπους θετικών επιστημών.
- Εκπαιδευτική πύλη του ΥΠΕΠΘ <http://www.e-yliko.gr/index.html> Πλούσιο υλικό για χρήση στην τάξη. Ποικιλία αξιολογών συνδέσμων.
- Jet Propulsion Laboratory <http://www.jpl.nasa.gov/multimedia/> Υλικό αστρονομίας
- NASA <http://www.nasa.gov/home/index.html?skipIntro=1> Υλικό για παιδιά και εκπαιδευτικούς.
- European Space Agency (ESA) <http://www.esa.int/esaCP/index.html> Περιλαμβάνει πλούσιο υλικό, γκαλερί πολυμέσων και κέντρο ποικίλων μέσων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση. Επίσης υπάρχει ειδικό τμήμα για παιδιά (<http://www.esa.int/esaKIDSen/>) και την αξιοποίηση στην εκπαίδευση (<http://www.esa.int/esaED/index.html>)
- Wake Forest University http://www.wfu.edu/Academic-departments/Physics/demolabs/demos/avimov/bychptr/chptr1_motion.html Πειράματα φυσικής.
- The "Virtual" Physics Centre <http://www.martindalecenter.com/GradPhysics.html> Μεγάλη συλλογή από συνδέσμους σχετικούς με Φυσική. Internet Travels in the Life Sciences
- http://www.life.uiuc.edu/bio100/Life_Sci_Links.html Συλλογή συνδέσμων για τη μελέτη των φυσικών επιστημών (life sciences).
- Centre for history of physics (American Institute of Physics) <http://www.aip.org/history/> Το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς
- Exploratorium <http://www.exploratorium.edu/> Ποικιλία δραστηριοτήτων και βίντεο σε θέματα θετικών επιστημών.
- Atomic Archive <http://www.atomicarchive.com/index.shtml> Το αρχείο της ατομικής φυσικής.
- <http://web.mit.edu/research/> Παρέχονται πληροφορίες από τα ερευνητικά προγράμματα του MIT καθώς επίσης άρθρα και διδακτορικές διατριβές, στην πλήρη τους μορφή. Σαν πα-

ράδειγμα αναφέρεται ότι υπάρχει – σε μορφή pdf – η βιογραφία του Maxwell, των L. Campbell and W. Garnett, "The Life of James Clerk Maxwell," Macmillan, London, 1882, η θεωρία της σχετικότητας του Einstein.

- <http://www.physlink.com/> Πύλη αφιερωμένη στη Φυσική και στην Αστρονομία. Παρέχονται πολλές πληροφορίες και σύνδεσμοί που αφορούν την ιστορία της Φυσικής, τη σύγχρονη έρευνα, το εκπαιδευτικό λογισμικό Φυσικής κ.α.
- <http://www.physics.montana.edu/phised/misconception/> Ιστοσελίδα του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου της Montana. Παρατίθεται κατάλογος παρανοήσεων που καταγράφονται στους σπουδαστές, προτείνεται δραστηριότητα άρσης της παρανόησης, καθώς επίσης και σχετική με το συγκεκριμένο θέμα βιβλιογραφία.
- <http://www.pbs.org/wgbh/nova/galileo/> Ιστοσελίδα αφιερωμένη στο Γαλιλαίο. Παρατίθενται ιστορικά στοιχεία και αλληλεπιδραστικές προσομοιώσεις (flash) των πειραμάτων του Γαλιλαίου.
- <http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/> Κατάλογος προσομοιώσεων του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου της Χαβάης
- <http://physicsweb.org/> Δικτυακός τόπος του περιοδικού Physics Word, με ενδιαφέροντα άρθρα από το χώρο της διδακτικής (όπως π.χ. το Putting children off physics) και της έρευνας.
- <http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/index.html> Εξαιρετική συλλογή προσομοιώσεων κυρίως από το χώρο ηλεκτρισμού ηλεκτρομαγνητισμού και οπτικής. Σαν παράδειγμα παρατίθεται η φόρτιση Εκφόρτιση πυκνωτή.
- http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/home.html Ιστοσελίδα με συλλογή applet του καθηγητή του πανεπιστημίου της Virginia, Michael Fowler.
- <http://www.colorado.edu/physics/> Εξαιρετικής ποιότητας προσομοιώσεις, του πανεπιστημίου του Colorado, οι οποίες εντάσσονται στη ροή διδασκαλίας με διάλογους ανάμεσα σε δάσκαλο και μαθητή.

Ενδεικτική σειρά java applets και animations

Ο πίνακας που ακολουθεί περιέχει μια ενδεικτική σειρά από applets (και animations) που μπορεί να φανούν χρήσιμα στη διδασκαλία των αντίστοιχων θεματικών ενοτήτων της Φυσικής.

- <http://www.falstad.com/>
- <http://www.walter-fendt.de>
- http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/a_pplist/Spectrum/s.htm
- <https://phet.colorado.edu/el/simulations/>

6. Βιβλιογραφία

6.1 Ελληνόγλωσση

- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., κ. ά. (2006). "Φυσικά" Ε΄ Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω Βιβλίο Δασκάλου. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1998). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Gutenberg-Τυπωθήτω.
- Ιωαννίδης, Χ., & Βοσνιάδου, Σ. (2000). Νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών για την έννοια της δύναμης. Στο Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου: Γνωστική, Επιστημολογική και Διδακτική Προσέγγιση*. Αθήνα: Gutenberg-Τυπωθήτω.
- Καλκάνης, Γ. (2007α). *Εκπαιδευτική Φυσική, Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες*. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Καλκάνης, Γ. (2007β). *Πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ, Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. τα Φαινόμενα*. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.
- Κεραμειδής, Κ. (2015). *Μέρος Μελέτης εξειδίκευσης μεθοδολογίας, ανάπτυξης προδιαγραφών και μεθοδολογίας επιλογής των σεναρίων των εκπαιδευτικών για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης ανά γνωστικό αντικείμενο για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ι) Έλεγχος συμβατότητας των εξειδικευμένων προδιαγραφών με τα Ισχύοντα προγράμματα Σπουδών για το γνωστικό αντικείμενο «ΦΥΣΙΚΗ - Δευτεροβάθμια εκπαίδευση»*. Αθήνα: Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.
- Κλιάπης, Π. (2015). *Μέρος Μελέτης εξειδίκευσης μεθοδολογίας, ανάπτυξης προδιαγραφών και μεθοδολογίας επιλογής των σεναρίων των εκπαιδευτικών για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης ανά γνωστικό αντικείμενο για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση ι) Έλεγχος συμβατότητας των εξειδικευμένων προδιαγραφών με τα Ισχύοντα προγράμματα Σπουδών για το γνωστικό αντικείμενο «Φυσική»*. Αθήνα: Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.
- Κουλαϊδής, Β., & Κουζέλης, Γ. (1990). Για την παραδειγματική συγκρότηση της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών: μια επιστημολογική προσέγγιση. *Νέα Παιδεία*, 53, 151-169.
- Πλακίτση, Κ., Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Τσαπαρλής, Γ., Καλογιαννάκης, Μ., Μαλανδράκης, Γ., Σούλιος, Ι., Ζουπίδης, Α., Κολιός, Ν., Ριζάκη, Α., & Σταμούλης, Ε. (2011). *Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο»*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- ΠΣ Φυσικής Γυμνασίου 4609/Γ2 ΦΕΚ 97, 22/1/ 2014 Έγκριση Προγραμμάτων Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για την Πιλοτική τους Εφαρμογή του επιστημονικού πεδίου Φυσικές Επιστήμες.
- ΠΣ Φυσικής Α΄ Λυκείου (2014) 80026/Γ2 ΦΕΚ 1401 2/6/2014 Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα της Φυσικής Α΄ τάξης Ημερησίου Γενικού Λυκείου και Α΄ και Β΄ τάξης Εσπερινού Γενικού Λυκείου.
- ΠΣ Φυσικής Β΄ Λυκείου (2014) 80036/Γ2 ΦΕΚ 1401 2/6/2014 Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα της Φυσικής Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου Γενικής Παιδείας και Ομάδας Προσανατολισμού.
- Ραβάνης, Κ. (1999). *Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση*. Αθήνα: Gutenberg-Τυπωθήτω.

- Ραβάνης, Κ. (Επιμ.) (2001). *Η μύηση των μικρών παιδιών στις φυσικές επιστήμες. Εκπαιδευτικές και διδακτικές διαστάσεις*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.
- ΥΠΕΠΘ-ΠΙ. (2003). *Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο»* ΦΕΚ 304Β/13-03-2003. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

6.2 Ξενόγλωση

- Aikenhead, G.S., & Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education*, 2, 539-620.
- Bybee, R. W., Powell, J. C., & Trowbridge, L. W. (2007). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy*. CA: Allyn & Bacon.
- Carey, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge: The MIT Press.
- Education Development Center (EDC), Center for Science Education (2007). *Publications and Other Resources Resulting from a Synthesis of Research on the Impact of Inquiry Science Instruction*, Retrieved January 11, 2009 from: <http://cse.edc.org/products/inquirysynth/default.asp>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Hounsell, D., & McCune, V. (2003). Students' experiences of learning to present. In Rust, C., (Ed). *Improving Student Learning Theory and Practice - Ten Years On. (Proceedings of the Tenth International Symposium on Improving Student Learning*, Brussels, September 2002. Oxford: CSLD. pp. 109-118.
- Koliopoulos, D., Dossis, S., & Stamoulis, E. (2007): The use of history of science texts in teaching science: Two cases of an innovative, constructivist approach, *The Science Education Review*, 6(2), 44-56.
- NRC (National Research Council, 2000). *"Front Matter." How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328, 463-466.
- Plakitsi, K., Spyrtou, A., Klonari, K., Kalogiannakis, M., Malandrakis, G., Papadopoulou, P., Stamoulis, E., Soulios, J., Piliouras, P., & Kolios, N. (2014). New Greek Science Curriculum (NGSC) for Primary Education: Promoting Educational Innovation Under Hard Conditions. In C.-P. Constantinou, N. Papadouris, & A. Hadjigeorgiou (Eds.) *Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research for Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*, (J. Dillon & A. Redfors, co-editors for Strand 10: Science curriculum and educational policy) Nicosia, Cyprus, 2-7 September 2013 (e-book).
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemm, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- Tobin, K. G., Tippins, D. J., & Gallard, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 45-93). New York: Macmillan
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4(1), 45-69.

White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and instruction*, 16(1), 3-118.