

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» *

Όνοματεπώνυμο: Γεώργιος Θεοφ. Καλκάνης

Ιδιότητα: Μέλος ΔΕΠ Καθηγητής Πανεπιστημίου Αθηνών

Γεώργιος Θεοφ. Καλκάνης

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	3
Οι Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο.....	4
Η Φυσική στο Γυμνάσιο.....	5
Η Φυσική στο Λύκειο.....	7
Το πείραμα στη μαθησιακή διαδικασία.....	8
Το πρότυπο του μικρόκοσμου / της σωματιδιακής δομής της ύλης.....	9
Ο μαθητής σε μια σύγχρονη τάξη ΦΕ.....	9
Ο εκπαιδευτικός σε μια σύγχρονη τάξη ΦΕ.....	10
Η χρήση ψηφιακών μέσων στις ΦΕ.....	11
Η εκπαιδευτική μεθοδολογία των Ψηφιακών Σεναρίων.....	12
Η στοχοθεσία των Ψηφιακών Σεναρίων.....	15
Οι δραστηριότητες των Ψηφιακών Σεναρίων.....	16
Υλικοτεχνική υποδομή.....	18
Σύνδεση των Ψηφιακών Σεναρίων με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και το Ωρολόγιο Πρόγραμμα.....	18
Τα φύλλα εργασίας.....	19
Αξιολόγηση.....	20
Συνοπτική Δομή Ψηφιακού Σεναρίου για το Δημοτικό.....	21
Ηλεκτρονικές πηγές ψηφιακού υλικού.....	23
Βιβλιογραφία.....	28

Εισαγωγή

Στην παρούσα Μελέτη ελέγχου συμβατότητας των εξειδικευμένων προδιαγραφών Σεναρίων Φυσικής για τη πρωτοβάθμια και την 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. Επιπλέον, για τη σύνταξη των ψηφιακών σεναρίων θα πρέπει να διασφαλιστεί η ένταξή τους σε ένα μεθοδολογικό πλαίσιο που θα επιτρέπει τη χρήση τους από εκπαιδευτικούς και μαθητές, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την προσέγγιση του γνωστικού αντικείμενου, όσο και την ψυχοκινητική ανάπτυξη των μαθητών και τη δυναμική των τάξεων.

Για τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για τις Φυσικές Επιστήμες, στην συγκεκριμένη περίπτωση, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράγοντες:

- τα Προγράμματα Σπουδών για τις ενότητες που θα 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.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παρούσα Μελέτη αποτελεί σύνθεση των μελετών εξειδικευμένων προδιαγραφών που έχουν υποβάλει οι εκπαιδευτικοί που έχουν κατασκευάσει σενάρια 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 στη Φυσική.

Οι Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο

Στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι ΦΕ διαχωρίζονται σε δύο μέρη. Στις τάξεις Α΄ ως Δ΄ συμπεριλαμβάνονται στη Μελέτη Περιβάλλοντος, όπου οι μαθητές εισάγονται στη βασική ορολογία των ΦΕ μέσα από συζήτηση, αναζήτηση και απλά πειράματα στην τάξη, ώστε σταδιακά να εισαχθούν στην επιστημονική ορολογία και μεθοδολογία.

Ως ξεχωριστό διδακτικό αντικείμενο οι ΦΕ διδάσκονται στην Ε΄ και τη Στ΄ τάξη, όπου με συστηματικό τρόπο οι μαθητές εισάγονται στις έννοιες και στη μεθοδολογία μελέτης και έρευνας των ΦΕ 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).

Τα Προγράμματα Σπουδών των ΦΕ καθορίζουν το πλαίσιο της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης των ΦΕ με έμφαση στα εξής:

«Η πορεία της διδασκαλίας να στηρίζεται στην αυτενέργεια των μαθητών, οι οποίοι παρακινούνται να προσδιορίζουν και να αξιοποιούν πηγές πληροφόρησης σχετικές με τα θέματα που μελετούν. Κατά τη διδασκαλία θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια να συνδυάζεται η θεωρία με την πράξη. Η πληροφόρηση θα πρέπει δίνεται με εποπτικό τρόπο και να στοχεύει κυρίως στην απόκτηση κριτικών δεξιοτήτων και δεξιοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα.

Κατά το σχεδιασμό των διδακτικών ενεργειών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ότι η κατανόηση των εννοιών και η απόκτηση ουσιαστικής γνώσης στο δημοτικό σχολείο επιτυγχάνονται αν στηρίζονται σε προηγούμενες γνώσεις, εμπειρίες και βιώματα των μαθητών. Η διδασκαλία θα πρέπει να βοηθά τους μαθητές να ανακαλύπτουν οι ίδιοι τη γνώση μέσα από μια ενιαία και συνεχή δημιουργική διαδικασία, προτρέποντας και εθίζοντάς τους να αναπτύσσουν πρωτοβουλίες» (ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, 2003).

Επομένως η δημιουργία ψηφιακού υλικού για τα Φυσικά του Δημοτικού θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη και να συνδυάζεται με το ήδη υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό και τις μεθοδολογίες που προτείνονται από τα αντίστοιχα Τετράδια Εργασιών, Βιβλία Μαθητή και Εκπαιδευτικού, συμπληρώνοντάς τα, ενισχύοντας τις διαδικασίες συ-

νεργατικής διερεύνησης, με σύγχρονο ψηφιακό υλικό χωρίς όμως να παραβλέπει τον πειραματισμό με απλά / καθημερινά υλικά.

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. 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 αλλά και για όλους τους πολίτες του 21ου 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,
- οι μαθητές να χρησιμοποιούν τη γλώσσα της επιστήμης - την επιστημονική ορολογία
- οι μαθητές να χρησιμοποιούν τις γνώσεις αυτές για τη λύση προβλημάτων
- να εξοικειώσει τους μαθητές 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 ελέγχοντας τις μεταβλητές και συλλέγοντας δεδομένα, να τα αναλύουν και να τα αξιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες, να δια-

τυπώνουν 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 καλλιεργήσουν τη χρήση της επιστημονικής σκέψης στη λήψη αποφάσεων και στην αξιολόγηση καθημερινών καταστάσεων,
- να υιοθετήσουν θετική στάση απέναντι στην επιστήμη ως πολιτισμικού προϊόντος το οποίο μπορεί να συμβάλλει θετικά στην πρόοδο,
- να μεταφέρουν τις σχολικές γνώσεις της φυσικής σε καθημερινά πλαίσια όπως π.χ. να κατανοούν επιστημονικά κείμενα

Ειδικότερα, 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) παρατηρούμε ότι βασικοί στόχοι της διδασκαλίας του μαθήματος είναι:

Η Γνώση – κατανόηση επιστημονικών περιεχομένων / γνώσεων με πρωταρχικό στόχο 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 αντικείμενου της Φυσικής) και στη διαθεματικότητα (συνδέσεις με άλλα γνωστικά αντικείμενα).

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 παραινούν 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 μέσω σύγκρισής 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 et al., 2007).

Το Διερευνητικό Μοντέλο Μάθησης έχει προωθηθεί ως μια παιδαγωγική για τη βελτίωση της μάθησης των φυσικών επιστημών σε πολλές χώρες (Hounsell &

McCune, 2003). 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.

Το πείραμα στη μαθησιακή διαδικασία

Στο μάθημα των ΦΕ του Δημοτικού ο μαθητής μαθαίνει να οργανώνει τις παρατηρήσεις του και να εκτελεί απλά πειράματα που πολλές φορές δεν 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. Δίνουν 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.

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση παραμένει η ανάγκη εκτέλεσης πειραμάτων από τους μαθητές και μάλιστα με υλικά που μπορούν να είναι περισσότερο σύνθετα, εργαστηριακά αλλά και συνδεδόμενα με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή (αισθητήρες και ειδικές πλακέτες λήψης δεδομένων από την πειραματική διάταξη).

Το πρότυπο του μικρόκοσμου / της σωματιδιακής δομής της ύλης

Τις τελευταίες δεκαετίες στο χώρο της εκπαιδευτικής έρευνας, είναι πολλοί αυτοί που χαρακτηρίζουν το σωματιδιακό πρότυπο ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μαθητές και αναζητούν το βέλτιστο τρόπο διδασκαλίας του στους μαθητές από όλο και μικρότερη ηλικία. Στη βιβλιογραφία διατυπώνεται η θέση ότι η κατανόηση της σωματιδιακής δομής της ύλης είναι εξέχουσας σημασίας για τους μαθητές προκειμένου να προσεγγίσουν όλους τους τομείς των Φυσικών Επιστημών. Υποστηρίζεται μάλιστα ότι το σωματιδιακό μοντέλο βοηθά τους μαθητές να προσεγγίσουν φαινόμενα για τα οποία δεν έχουν εποπτεία όπως αυτά που σχετίζονται με τα αόρατα αέρια (Ιμβριώτη, 2006).

Η προσέγγιση των φαινομένων που περιλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα των Φυσικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Ε' και Στ' τάξη) αποκλειστικά και μόνο με την εκτέλεση πειραμάτων, χωρίς φυσικά να παραγνωρίζεται η αξία τους, οδηγεί τους μαθητές στην προσέγγιση και περιγραφή του «πώς» συμβαίνει ένα φαινόμενο, αλλά αφήνει αναπάντητο το «γιατί» συμβαίνει το φαινόμενο. Από τις πρώτες μάλιστα ενότητες της Ε' Δημοτικού όταν οι μαθητές διδάσκονται για τις έννοιες της μάζας και της πυκνότητας, δημιουργούνται απορίες όπως: «Πώς μπορώ να μιλώ για την πυκνότητα μιας πέτρας αφού η πέτρα είναι ένα πράγμα και όχι πολλά μικρά όπως η ζάχαρη;» (ερώτηση μαθήτριας Ε' Δημοτικού). Οι μαθητές δείχνουν να χρειάζονται ένα μηχανισμό, ένα πρότυπο, που να ερμηνεύει τα φαινόμενα που παρατηρούν στα πειράματα (Ιμβριώτη & Γκικοπούλου, 2009).

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση το πρότυπο του μικρόκοσμου, μπορεί να σε μεγαλύτερο βαθμό για την ερμηνεία των φαινομένων που παρατηρούν οι μαθητές στην πειραματική διαδικασία.

Ο μαθητής σε μια σύγχρονη τάξη ΦΕ

Τα σύγχρονα ευρήματα της έρευνας για τις ΦΕ 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 αντιμετώπισης 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 ΦΕ 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 ποικίλης 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.

Ο εκπαιδευτικός σε μια σύγχρονη τάξη ΦΕ

Ο εκπαιδευτικός στο μάθημα των ΦΕ 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 ρυθ-

μούς 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 κρισιμότερο σημείο στην εργασία του εκπαιδευτικού. 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.

Η χρήση ψηφιακών μέσων στις ΦΕ

Σύμφωνα με τα ΠΣ των ΦΕ 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 «Αίσωπος» 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 καταγράφουν 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».

Η εκπαιδευτική μεθοδολογία των Ψηφιακών Σεναρίων

Η επιστημονική μεθοδολογία, με την εφαρμογή της "εν σπέρματι" από τον Θαλή και με την ολοκλήρωσή της από τον Νεύτωνα (17ος αι), απετέλεσε –και αποτελεί– το εργαλείο του ανθρώπου / επιστήμονα / ερευνητή για την κατανόηση και περιγραφή του φυσικού κόσμου, αλλά και οριοθετεί, μαζί με την επιστημονική δεοντολογία, την ίδια την επιστήμη από τις άλλες γνωστικές περιοχές. Προτείνεται για την εκπαιδευτική διαδικασία γενικότερα -αλλά και ειδικότερα για την εκπόνηση Ψηφιακών Σεναρίων- η επιστημονική/εκ-παιδευτική 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, 2007b). Η μεθοδολογία αυτή, στη γενικότερη μορφή της, θα μπορούσε να σχηματιστεί με αδρές γραμμές και συγκεκριμένα βήματα ανεξάρτητα από τη θεματική ή το αντικείμενο της και τη βαθμίδα εκπαίδευσης 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 αφόρμηση 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 –συχνά– επιβάλλει τον χωρισμό των μαθητών σε ομάδες και τον καταμερισμό/εξειδίκευση της εργασίας,
- οι δραστηριότητες και ο πειραματισμός είναι βασικές συνιστώσες της όποιας πειραματικής εργασίας, είτε αφορά στην αναζήτηση πληροφορίας, είτε στην επικοινωνία με ειδικούς, είτε, κυρίως και απαραίτητως, στην εκτέλε-

ση 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 βέ-βαια 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.

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. Σημαντι-

κό 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» (Αποστολάκης, κ. ά., 2006).

Η στοχοθεσία των Ψηφιακών Σεναρίων

Ο καθορισμός στόχων της εκπαιδευτικής προσέγγισης θα πρέπει να γίνει με εστίαση στην δυνατότητα επίτευξής τους και να μην περιοριστεί στην καταγραφή ενός συνόλου πιθανών στόχων που μπορεί να είναι πολύ ενδιαφέροντες, αλλά είναι ανέφικτοι στο χρονικό διάστημα που διατίθεται για την εφαρμογή του συγκεκριμένου σεναρίου. Στην πλατφόρμα ανάπτυξης των σεναρίων, με βάση ότι ο μέγιστος αριθμός διδακτικών ωρών που διατίθενται για την εφαρμογή ενός ψηφιακού σεναρίου είναι τρεις (3), ο μέγιστος αριθμός των στόχων που μπορούν να τεθούν είναι πέντε.

Οι στόχοι του σεναρίου ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες, στην κατανόηση εννοιών, στην καλλιέργεια ικανοτήτων, στην ανάπτυξη στάσεων. Οι στόχοι οφείλουμε να είναι διατυπωμένοι με σαφήνεια συντομία, χωρίς συντακτικά λάθη και να είναι εφικτό να υλοποιηθούν στην προβλεπόμενη χρονική διάρκεια του σεναρίου.

Οι στόχοι θα πρέπει να είναι διατυπωμένοι με τρόπο, ώστε ο διδάσκων να είναι δυνατόν να ελέγξει την επίτευξή τους με τους τρόπους και τα εργαλεία αξιολόγησης, τα οποία προτείνει στο εκπαιδευτικό σενάριο. Κάθε στόχος που καταγράφεται συνδέεται με μια ή περισσότερες δραστηριότητες οι οποίες σχεδιάστηκαν για την επίτευξή του.

Ως εκ τούτου ένας πίνακας που συνδέει τους στόχους τις δραστηριότητες και την αξιολόγηση είναι χρήσιμος στο στάδιο του σχεδιασμού. Η διατύπωση τέλος των στόχων περιλαμβάνει συνήθως ρηματικές εκφράσεις και γίνεται με τρόπο που να υποδηλώνει το πώς θα αξιολογηθεί η επίτευξη αυτού.

Ο παρακάτω πίνακας περιλαμβάνει ρήματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διατύπωση των διδακτικών στόχων (πηγή: http://pakeioa1.blogspot.gr/2008/02/blog-post_634.html):

Κατηγορίες στόχων	Ρήματα
Γνώσεις	τακτοποιώ, καθορίζω, περιγράφω, ονομάζω, απαριθμώ, απομνημονεύω, αναγνωρίζω, αναπαράγω, επιλέγω, δηλώνω, εξηγώ, επαναλαμβάνω, ταξινομώ, συνοψίζω, μεταφράζω, αναθεωρώ, υποβάλλω, εκθέτω, συζητώ, υπολογίζω, διατυπώνω, προτείνω, καθιερώνω, συγκεντρώνω, ενσωματώνω, διακρίνω, ερμηνεύω, ορίζω, απαριθμώ, επιλέγω, κατατάσσω, συγκρίνω, συσχετίζω.
Ικανότητες	χρησιμοποιώ, εφαρμόζω, ανακαλύπτω, εκτελώ, παράγω, εφαρμόζω, κατασκευάζω, αλλάζω, διαχειρίζομαι, διευθύνω, εκτελώ, αντιδρώ, αποκρίνομαι, παρουσιάζω, αναλύω, καταχωρώ, συγκρίνω, μετρώ, πειραματίζομαι, αναπαριστώ, αναπτύσσω, προγραμματίζω, χτίζω, δημιουργώ, σχεδιάζω, οργανώνω, τροποποιώ, αντιδρώ, αποκρίνομαι, διευκρινίζω, ερμηνεύω, συμβάλλω, επιδεικνύω, μετατρέπω, συντάσσω, υπολογίζω, διορθώνω, ελέγχω, επαληθεύω, επιλύω, εφαρμόζω.
Στάσεις	συμμετέχω, συζητώ, αισθάνομαι, υποστηρίζω, προκαλώ, αντικρούω, αντιμετωπίζω, δικαιολογώ, πείθω, επικρίνω, υπερασπίζομαι, αλλάζω, συμφιλιώνομαι, αντιπαραβάλλω, συγκρίνω, υιοθετώ, αποδέχομαι, εκτιμώ, απορρίπτω, αμφισβητώ, διερωτώμαι, ενθαρρύνω, παροτρύνω, προτιμώ, υποκινώ

Πίνακας: Ρήματα για την διατύπωση των διδακτικών στόχων

Οι δραστηριότητες των Ψηφιακών Σεναρίων

Ο σχεδιασμός σεναρίου περιγράφει την προκαταρκτική και σε βάθος μελέτη που πρέπει να κάνει ο διδάσκων προκειμένου να εμπλέξει τους μαθητές του σε μια μαθησιακή διαδικασία με την οποία θα έχουν τα μέγιστα δυνατά οφέλη. Ο σχεδιασμός του διδακτικού σεναρίου προϋποθέτει ότι ο εκπαιδευτικός μπορεί να συνδέσει κάθε δραστηριότητα που εντάσσει στο σενάριο με τους διδακτικούς στόχους που εξυπηρετεί. Μπορεί επίσης να αιτιολογήσει με κριτήρια ποιότητας της μάθησης (εναλλακτικές απόψεις, θεωρία μάθησης κλπ) το είδος της δραστηριότητας, τις διδακτικές στρατηγικές που ακολουθεί και τα τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιεί. Η διδασκαλία προτείνεται να οργανώνεται στη βάση των δραστηριοτήτων που περιγράφονται στο σενάριο .

Ένα παράδειγμα ροής των δραστηριοτήτων για ένα σενάριο Φυσικής περιλαμβάνει τις φάσεις:

ΦΑΣΗ 1: Έναυσμα. Διαμόρφωση πρότερων εμπειριών και γνώσεων.

Αρχικά γίνεται έλεγχος της κατανόησης των εννοιών των νόμων των αρχών και των φαινομένων που προαπαιτούνται στο σενάριο. Εκκίνηση αποτελούν οι εμπειρίες των μαθητών οι οποίοι καταθέτουν τις απόψεις τους και ο εκπαιδευτικός αποκτά μια πρώτη ιδέα για τα νοητικά μοντέλα που έχουν αναπτύξει. Αυτό μπορεί να γίνει με ερωτήσεις διαφόρων τύπων, διαδραστικά videos, εννοιολογικούς χάρτες. Στη συνέχεια αν κρίνεται σκόπιμο αναφέρονται και θέματα από την ιστορία της επιστήμης ώστε οι μαθητές να γνωρίσουν την εξέλιξη των ιδεών των επιστημόνων και τα κρίσιμα πειράματα που καθόρισαν την εξέλιξή της.

ΦΑΣΗ 2: Διατύπωση υποθέσεων

Οι μαθητές διατυπώνουν ερωτήματα που θα κληθούν να διερευνήσουν με βάση τις πρότερες γνώσεις και εμπειρίες τους και μετασχηματίζουν τα ερωτήματά αυτά σε υποθέσεις. Στη φάση αυτή ο εκπαιδευτικός δε διορθώνει τα πιθανά λάθη των μαθητών. Απλά οι απόψεις τους καταγράφονται στο φύλλο εργασίας και αναφοράς. Αυτό μπορεί να γίνει με ερωτήσεις διαφόρων τύπων, εννοιολογικούς χάρτες κλπ.

ΦΑΣΗ 3: Διερεύνηση-Δεδομένα-Ανάλυση δεδομένων

Οι μαθητές ελέγχουν τις υποθέσεις τους με τη βοήθεια κατάλληλων εφαρμογών που δίνουν τη δυνατότητα διερεύνησης ή εκτελούν απλά πειράματα στο εργαστήριο. Η επιλογή του τρόπου προσέγγισης εξαρτάται από το αντικείμενο, τα μέσα που διατίθενται αλλά και την ηλικία των μαθητών. Επιχειρείται η πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης με στόχο τη διάκριση των εννοιών και την κατανόηση των φαινομένων.

Οι μαθητές καλούνται να χειριστούν μεταβλητές μεταβάλλοντας μια παράμετρο κρατώντας τις άλλες σταθερές και διαπιστώνουν το αποτέλεσμα της μεταβολής αυτής ελέγχοντας υποθέσεις και εξαγοντας συμπεράσματα. Στη διερεύνηση κανονικά η διαδικασία παράγεται από τους μαθητές όμως ανάλογα με τη δυσκολία του θέματος υπάρχει η ανάλογη καθοδήγηση (παροχή κατευθύνσεων, οδηγιών κ.α.). Επίσης στη φάση αυτή οι μαθητές καταγράφουν τα δεδομένα της έρευνάς τους, συμπληρώνοντας πίνακες δεδομένων και πίνακες ανάλυσης των δεδομένων.

ΦΑΣΗ 4: Συζήτηση, Εφαρμογές, Μεταγνώση.

Οι μαθητές συζητούν στις ομάδες και ανακοινώνουν τα αποτελέσματα. Επιχειρούνται πάλι γνωστικές συγκρούσεις, αναδόμηση των ιδεών των μαθητών αλλά και εφαρμογή της νέας γνώσης. Παρουσιάζονται επίσης εφαρμογές στην τεχνολογία, την κοινωνία και το περιβάλλον.

Μπορεί να συζητηθεί και ο σκοπός του σεναρίου. Και να ξαναδοθούν ερωτήσεις στους μαθητές ώστε να εφαρμόσουν τη νέα γνώση. Τέλος, μπορούν να διατυπωθούν ερωτήσεις μεταγνωστικού τύπου όπως «τι λέγατε στην αρχή; τι λέτε τώρα;».

ΦΑΣΗ 5: Αξιολόγηση

Ο εκπαιδευτικός παραλαμβάνει τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας και αναφοράς των ομάδων, το φύλλο αυτοαξιολόγησης της ομαδικής εργασίας των μαθητών και ίσως και το φύλλο παρατηρήσεων της συμπεριφοράς των ομάδων, τα οποία αξιολογεί στο γραφείο του.

Υλικοτεχνική υποδομή

Για την εφαρμογή του ψηφιακού υλικού θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι υλικοτεχνικές υποδομές του μέσου σχολείου, αλλά μπορεί να δίνεται η δυνατότητα για χρήση και περισσότερο 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 βιντεοπρωτόκολλα και έναν υπολογιστή ανά δύο ή τρεις μαθητές.
- στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου: με βιντεοπρωτόκολλα και έναν υπολογιστή που χειρίζεται ο εκπαιδευτικός και εκ περιτροπής οι ομάδες των μαθητών, και εργαστηριακούς πάγκους με υλικά πειραματισμού
- στη σχολική αίθουσα: με βιντεοπρωτόκολλα 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.

Σύνδεση των Ψηφιακών Σεναρίων με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και το Ωρολόγιο Πρόγραμμα

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 δώρο 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.

Από τις δύο διδακτικές ώρες διάρκειας του σεναρίου, κατά την πρώτη μπορούν να υλοποιηθούν οι πρώτες τρεις φάσεις του σεναρίου (έναυσμα ενδιαφέροντος, διατύπωση υποθέσεων, πειραματισμός) και κατά τη δεύτερη οι επόμενες δύο (διατύπωση συμπερασμάτων, εφαρμογή και αξιολόγηση).

Εναλλακτικά, σε περίπτωση που ένα σενάριο αναφέρεται σε μία από τις ενότητες ενός κεφαλαίου, τότε η διάρκειά του μπορεί να διαφέρει, ωστόσο προτείνεται και πάλι να περιλαμβάνει πείραμα με απλά υλικά που θα εκτελέσουν οι μαθητές σε πραγματικές συνθήκες (και όχι εικονικά).

Τα φύλλα εργασίας

Τα φύλλα εργασίας αποτελούν απαραίτητο στοιχείο της διδασκαλίας ως εργαλείο ενεργοποίησης των μαθητών, καταγραφής των απόψεών τους και αξιολόγησής τους. Περιλαμβάνουν οδηγίες για τις δραστηριότητες που θα εκτελέσουν και συναρμολογούνται με τους στόχους του σεναρίου. Συνεπώς, την πορεία σχεδιασμού ενός σεναρίου τα φύλλα εργασίας αναπτύσσονται παράλληλα με το σχεδιασμό του σεναρίου.

Το φύλλο εργασίας, καθώς απευθύνεται στους μαθητές, οφείλει να είναι ελκυστικό κατανοητό εύκολο στη συμπλήρωσή του και να ανταποκρίνεται στο επίπεδο των μαθητών. Δεν μπορεί να είναι μεγάλο σε έκταση. Καλό είναι να περιέχει προτυπωμένους πίνακες και διαγράμματα που θα βοηθήσουν τους μαθητές να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά το χρόνο τους

Στοιχεία που συνθέτουν συνήθως το φύλλο εργασίας είναι οι :

- ερωτήσεις/ εργασίες: να είναι αριθμημένες έτσι ώστε να μπορεί κανείς να αναφέρεται σε αυτές. Συνήθως περιλαμβάνεται χώρος στον οποίο γίνεται καταγραφή απαντήσεων.
- οδηγίες: να διαχωρίζονται από τις εκφωνήσεως των εργασιών (άλλη μορφοποίησης) και να είναι απλές και κατανοητές.

- γνώσεις και πληροφορίες: είναι απαραίτητες για την υλοποίηση μέρους των εργασιών αλλά πολλές φορές παραλείπονται. Είναι σκόπιμο να μπαίνουν στο φύλλο εργασίας και να έχουν διαφορετική μορφοποίηση από τα παραπάνω στοιχεία.

Αξιολόγηση

Η Αξιολόγηση θα πρέπει να διαχωριστεί σε αξιολόγηση του σεναρίου και σε αξιολόγηση των επιδόσεων μαθητών.

Η αξιολόγηση του σεναρίου εκπαιδευτικού υλικού πρέπει να είναι πολύπλευρη. Ενδεικτικά η αξιολόγηση θα μπορούσε να διερευνά τέσσερις συσχετιζόμενους και στενά αλληλοεξαρτώμενους τομείς:

- Περιεχόμενο (αν είναι: ενδιαφέρον, εύκολο, επιστημονικά ορθό, συμβατό με τα ΠΣ κ.λπ.)
- Εκπαιδευτική Μέθοδος (αν έχει: σαφή στοχοθεσία, οργάνωση, συμβατότητα με τις δυνατότητες των μαθητών, εύκολη αξιολόγηση κ.λπ.)
- Τεχνολογία (αν είναι: συμβατό, αξιόπιστο, επεκτάσιμο, με δυνατότητα δικτύωσης κ.λπ.)
- Ανθρώπινος Παράγοντας (Εύχρηστο και φιλικό, αποδοχή πολλών χρηστών, παραμετροποιήσιμο κ.λπ.).

Για αξιολόγηση ενός ψηφιακού σεναρίου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ενδεικτικά ένας πίνακας της παρακάτω μορφής:

Το σενάριο προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα για:		
1. απόκτηση γνώσεων που αφορούν τις Φυσικές επιστήμες		
2. εξοικείωση με την απλή επιστημονική ορολογία		
3. εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία (παρατήρηση, διατύπωση υποθέσεων, συγκέντρωση – αξιοποίηση πληροφοριών από διάφορες πηγές και με τη χρήση της τεχνολογίας, τον πειραματισμό, την εξαγωγή συμπερασμάτων, γενίκευση και κατασκευή προτύπων.)		

4.	την ανάπτυξη ικανοτήτων από τους μαθητές για καλλιέργεια δεξιοτήτων μέσα από πειραματικές και εργαστηριακές δραστηριότητες.		
5.	ανάπτυξη κοινωνικών ικανοτήτων συνεργασίας, επικοινωνίας και διαχείρισης συγκρούσεων, υπευθυνότητας, πρωτοβουλίας, αυτορρύθμισης		
6.	ενισχύει την ανάπτυξη του συναισθηματικού τομέα (ικανότητες έκφρασης και διαχείρισης συναισθημάτων, βελτίωση αυτο-εικόνας)		
7.	παρέχει ευκαιρίες διαφοροποιημένης εκπαίδευσης		
8.	ανάπτυξη ικανοτήτων διερεύνησης και κριτικής σκέψης		
9.	παροχή ευκαιριών διεπιστημονικής συνεργασίας εκπαιδευτικών		
10.	Επιτρέπει την Κοινωνικο-γνωστική προετοιμασία ομαλής μετάβασης από τη μία εκπαιδευτική βαθμίδα στην άλλη		
11.	Άλλοι (να τους αναφέρετε):		

Συνοπτική Δομή Ψηφιακού Σεναρίου για το Δημοτικό

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	Μελετούν τα φύλλα εργασίας και παρακολουθούν το υλικό. Διατυπώνουν τις παρατηρήσεις τους.

			<p>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.</p>	
2 ^η	Διατύπωση Υποθέσεων	<p>Διαδραστικά εργαλεία πλατφόρμας Αίσωπος (Ερωτήσεις ανοικτού τύπου)</p>	<p>και προβάλλει τις ερωτήσεις μέσω της πλατφόρμας. Οργανώνει συζήτηση στην τάξη με θέμα την ανακοίνωση των υποθέσεων των μαθητών.</p>	<p>Ανακοινώνουν τις υποθέσεις τους και τις συζητούν στην τάξη.</p>
3 ^η	Πειραματισμός	<p>Διαδραστικά εργαλεία πλατφόρμας Αίσωπος (οδηγίες πειραματισμού)</p>	<p>Καθοδηγεί τις ομάδες των μαθητών να εκτελέσουν τα πειράματα που περιγράφονται στην πλατφόρμα.</p>	<p>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.</p>
4 ^η	Διατύπωση Συμπερασμάτων - Ερμηνεία	<p>Διαδραστικά εργαλεία πλατφόρμας Αίσωπος (οπτικοποιήσεις μικροκόσμου, κείμενα με κενά και χάρτες εννοιών)</p>	<p>Καθοδηγεί τους μαθητές να παρατηρήσουν τις οπτικοποιήσεις του μικροκόσμου και να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα που παρατήρησαν στα πειράματα με βά-</p>	<p>Παρακολουθούν οπτικοποιήσεις του μικροκόσμου και ερμηνεύουν με βάση το πρότυπο του μικροκόσμου αυτά που παρατήρησαν στο βήμα του πειραματι-</p>

			ση το πρότυπο του μικρόκοσμου. Οργανώνει συζήτηση στην τάξη με θέμα τη διατύπωση συμπερασμάτων. Καθοδηγεί τη συμπλήρωση του χάρτη εννοιών.	σμού. 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.

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 μικρόκοσμου, 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-υλικο χρηστών» <http://photodentro.edu.gr/ugc>
- Φωτόδεντρο/ Ανοιχτές «Εκπαιδευτικές Πρακτικές» <http://photodentro.edu.gr/oepl>

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 παράδειγμα 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/physed/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/>

Βιβλιογραφία

- ΔΕΠΠΣ - ΑΠΣ Φυσικής - Χημείας http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/25deppsaps_FisikisXimias.pdf
- ΕΑΙΤΥ (2011). Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση των επιμορφωτών στα Πανεπιστημιακά Κέντρα Επιμόρφωσης. Επιμόρφωση εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση και εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη. Τεύχος 6, Πάτρα: ΙΤΥΕ-Διόφαντος.
- ΕΑΙΤΥ (2013). Επιμορφωτικό Υλικό για τον κλάδο ΠΕ04 Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης - Τεύχος 1 (Γενικό Μέρος). Πάτρα: ΙΤΥΕ-Διόφαντος.
- ΕΑΙΤΥ (2011). *Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση των επιμορφωτών στα Πανεπιστημιακά Κέντρα Επιμόρφωσης. Επιμόρφωση εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση και εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη.* Τεύχος 6, Πάτρα: ΙΤΥΕ-Διόφαντος.
- ΕΑΙΤΥ (2013). *Επιμορφωτικό Υλικό για τον κλάδο ΠΕ04 Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης - Τεύχος 1 (Γενικό Μέρος).* Πάτρα: ΙΤΥΕ-Διόφαντος.
- Νέα ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ 21072α /Γ2 ΦΕΚ303 /13/3/2003 <http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/fek304.pdf>
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2006). Επιμορφωτικό υλικό για το Ειδικό Μέρος του Προγράμματος Σπουδών των Εκπαιδευτικών. Ειδικότητα ΠΕ4. Ενότητας 6.1 -6.6. Υποέργο 4. Ενέργεια 2. Εκπόνηση Επιμορφωτικού Υλικού Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών. Αθήνα 30/8/2006
- 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.
- ΥΠΕΠΘ-ΠΙ. (2003). Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνά το Φυσικό Κόσμο» ΦΕΚ 304Β/13-03-2003. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

- 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.
- Ιμβριώτη, Δ. (2006). Το Μοντέλο του μικρόΚοσμου ως Ενοποιητικό και Ερμηνευτικό Στοιχείο των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση Λογισμικό και Αξιολόγηση Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Ιμβριώτη, Δ., & Γκικοπούλου, Ο. (2009). Το εκπαιδευτικό πρότυπο του μικροΚόσμου και οι Προσομοιώσεις / Οπτικοποιήσεις που ερμηνεύουν και ενοποιούν τα φαινόμενα του ΜικροΚόσμου στο μάθημα των Φυσικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ανακοίνωση που παρουσιάστηκε στο συνέδριο 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (ΚοΔιΦΕΕΤ/ΕΝΕΦΕΤ), Φλώρινα.
- Καλκάνης, Γ. (2007α). Εκπαιδευτική Φυσική, Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Καλκάνης, Γ. (2007b). Πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ, Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. τα Φαινόμενα. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Hounsell, D. & McCune, V. (2003). 'Students' experiences of learning to present'. In C. Rust (ed.). Improving Student Learning Theory and Practice – Ten Years On. Proceedings of the Tenth International Symposium on Improving Student Learning, Brussels, September 2002. (pp 109-118). Oxford: CSLD.
- 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.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. Learning and instruction, 4(1), 45-69.