ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2002)

3ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Το Υποθετικό Πείραμα ως Διδακτικό Εργαλείο στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τη Χρήση Νέων Τεχνολογιών: Ένας Πιλοτικός Σχεδιασμός Λογισμικού

Παναγιώτης Πήλιουρας , Παναγιώτης Κόκκοτας , Αικατερίνη Μαλαμίτσα , Ευθύμης Σταμούλης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Πήλιουρας Π., Κόκκοτας Π., Μαλαμίτσα Α., & Σταμούλης Ε. (2026). Το Υποθετικό Πείραμα ως Διδακτικό Εργαλείο στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τη Χρήση Νέων Τεχνολογιών: Ένας Πιλοτικός Σχεδιασμός Λογισμικού . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 737–746. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8851

Το Υποθετικό Πείραμα ως Διδακτικό Εργαλείο στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τη Χρήση Νέων Τεχνολογιών: Ένας Πιλοτικός Σχεδιασμός Λογισμικού

Πήλιουρας Παναγιώτης
δάσκαλος, μαθηματικός, υπ. Διδάκτορας Παν. Αθηνών, e-mail: ppiliour@primedu.uoa.gr
Κόκκοτας Παναγιώτης
καθηγητής ΠΤΔΕ Παν/μιου Αθηνών, e-mail: kokkotas@primedu.uoa.gr
Μαλαμίτσα Αικατερίνη
δασκάλα, υπ. Διδάκτορας Παν. Αθηνών, e-mail: katmal@primedu.uoa.gr
Σταμούλης Ευθύμης
δάσκαλος, υπότρ. ΙΚΥ, μεταπτ. φοιτητής Παν. Αθηνών, e-mail: estamoulis@primedu.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εποχή μας, έχουν διαμορφωθεί μια σειρά από σύγχρονες αντιλήψεις και αρχές για τη μάθηση και τη διδασκαλία και την ανάλογη χρήση και αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας. Οι αντιλήψεις αυτές αλλάζουν σημαντικά το τοπίο στην εκπαίδευση. Τα υποθετικά πειράματα έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των Φυσικών Επιστημών και μπορούν να διαδραματίσουν εξίσου σημαντικό ρόλο και στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η χρήση των υπολογιστών και η δυνατότητα που προσφέρουν για προσομοιώσεις πραγματικών ή υποθετικών «κόσμων» με ταυτόχρονη αλληλεπιδραστικότητα αποτελεί πλεονέκτημα για τη διεξαγωγή υποθετικών πειραμάτων στις αίθουσες διδασκαλίας. Η εργασία μας διαπραγματεύεται θεωρητικά το ρόλο του υποθετικού πειράματος στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και μια συγκεκριμένη διδακτική εφαρμογή του υποθετικού πειράματος, με τη χρήση νέων τεχνολογιών, ως διδακτικού εργαλείου στη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο, η οποία υιοθετεί το μοντέλο της εποικοδομητικής υπόθεσης της γνώσης σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης. Με βάση το θεωρητικό πλαίσιο αναπτύχθηκε ένα πιλοτικό εκπαιδευτικό λογισμικό (CD-ROM) με τίτλο «Το υποθετικό πείραμα στις Φυσικές Επιστήμες».

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Υποθετικό πείραμα, διδακτικό εργαλείο, εποικοδόμηση, νέες τεχνολογίες, συνεργατική μάθηση, διδασκαλία Φυσικών Επιστημών*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εποχή μας, έχουν διαμορφωθεί μια σειρά από σύγχρονες αντιλήψεις και αρχές για τη μάθηση και τη διδασκαλία και την ανάλογη χρήση και αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας. Οι αντιλήψεις αυτές αλλάζουν σημαντικά το τοπίο στην εκπαίδευση.

Ένα σύγχρονο πρόγραμμα σπουδών στις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) διακρίνεται για τις καινοτομίες που εισάγει. Οι καινοτομίες αυτές αφορούν την οργάνωση της τάξης σε ομάδες, εποικοδομητικά και διερευνητικά μοντέλα μάθησης, νέες μορφές αξιολόγησης, σύνδεση του

μαθήματος με τις νέες τεχνολογίες. Οι νέες τεχνολογίες βρίσκονται τα τελευταία χρόνια σε μια διαδικασία ένταξης και ενσωμάτωσής τους στα διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Το ελληνικό σχολείο χρειάζεται ριζικές αλλαγές στους τρόπους που διδάσκονται οι μαθητές. Αυτές οι αλλαγές είναι γνωστές στην διεθνή βιβλιογραφία ως το νέο "παράδειγμα μάθησης" σε σχέση με το παλιό που αναφέρεται ως το "παράδειγμα διδασκαλίας". Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των νέων τεχνολογιών είναι μέρος ενός ευρύτερου παραδείγματος που αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε εξέλιξη (Κόκκοτας, 2002).

Με την υπολογιστική υποστήριξη, θα μπορεί πλέον το μάθημα των Φ.Ε., αλλά και τα άλλα μαθήματα, να στοχεύουν σε ριζική αναβάθμιση του ρόλου του μορφωτικού περιβάλλοντος, καλλιεργώντας στο μαθητή όχι μόνο κάποιες συγκεκριμένες γνώσεις, αλλά και γενικότερες ικανότητες, ώστε να είναι σε θέση να αυτενεργεί, να συνεργάζεται, να εξερευνά και να διερευνά, να αξιολογεί τις πληροφορίες συνδυάζοντας την κατανόηση των φυσικών εννοιών με την ανάπτυξη δεξιοτήτων στις επιστημονικές διαδικασίες.

Η εργασίας μας διαπραγματεύεται θεωρητικά (παιδαγωγική, επιστημονική τεκμηρίωση) το ρόλο του υποθετικού πειράματος στη διδασκαλία των Φ.Ε. και μια συγκεκριμένη διδακτική εφαρμογή του υποθετικού πειράματος, με τη χρήση νέων τεχνολογιών, ως διδακτικού εργαλείου στη διδασκαλία του μαθήματος των Φ.Ε. στο Δημοτικό σχολείο, η οποία υιοθετεί το μοντέλο της εποικοδομητικής υπόθεσης της γνώσης σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης (Driver, 1995, Κόκκοτας, 1998 Σταυρίδου, 2000).

ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Το πώς θα χρησιμοποιηθεί ο υπολογιστής στη μαθησιακή διαδικασία εξαρτάται από τη θεωρία μάθησης που τη στηρίζει. Οι επικρατούσες θεωρίες μάθησης είναι η συμπεριφοριστική, η γνωστική και η εποικοδομητική θεωρία ή θεωρία του κονστρουκτιβισμού. Από αυτές τις θεωρίες μάθησης προκύπτουν οι αντίστοιχες διδακτικές προσεγγίσεις, ενώ τα τελευταία χρόνια με την επιδίωξη για ολόπλευρη ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν διατυπωθεί μια σειρά διδακτικές προσεγγίσεις για την χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία που υιοθετούν εποικοδομητικές (Jonassen, 1998) και κοινωνικοπολιτισμικές προοπτικές (Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P., 1989 Wertch, J., Del Rio, P. & Alvarez, A., 1995 Cobern & Aikenhead, 1998) όπως αυτή της βασιζόμενης στους υπολογιστές συνεργατικής μάθησης (computer-supported collaborative learning - CSCL) που σύμφωνα με τον Koschmann (1996) θεωρείται το επικρατές παράδειγμα στην εκπαιδευτική διαδικασία με τη χρήση νέων τεχνολογιών.

Η διδασκαλία σήμερα αντιμετωπίζει δυο προκλήσεις. Η πρώτη προέρχεται από τη σύγχρονη αντίληψη για το τι είναι μάθηση. Η δεύτερη πηγάζει από τις καινούριες ευκαιρίες μάθησης που προσφέρει η χρήση των νέων τεχνολογιών στη εκπαιδευτική και μαθησιακή διαδικασία (Κόκκοτας, 2000).

Η εποικοδομητική προσέγγιση έχει παρουσιάσει την πρώτη πρόκληση, την επανεννοιοποίηση της μάθησης ως μιας διαδικασίας εποικοδόμησης, όπου η πληροφορία μετασχηματίζεται σε γνώση μέσω της διερμηνείας και του προβληματισμού δια της ενεργού συσχέτισης με το υπάρχον σώμα γνώσης (Κόκκοτας, 2000).

Η δεύτερη πρόκληση είναι ο υπολογιστής. Η αξιοποίησή του στην εκπαίδευση μπορεί να βοηθήσει ώστε να υπάρξει μετατόπιση από τη γνώση ως κατοχή μέσω μετάδοσης, στη γνώση ως οικοδόμηση. Και από τη μάθηση ως εξωτερικά καθοδηγούμενης διαδικασίας στη μάθηση ως αυτοπροσδιοριζόμενης. Αυτό συνεπάγεται μια νέα αντίληψη για τη διδασκαλία που δίνει έμφαση όχι στη μετάδοση αλλά στην καθοδήγηση μιας κοινωνικά βασισμένης εξερεύνησης σε ένα πλούσιο νοημάτων περιβάλλον. Στα πλαίσια αυτά, ο υπολογιστής γίνεται εργαλείο έκφρασης και διερεύνησης στα χέρια και τον έλεγχο των μαθητών. Ο τρόπος που χρησιμοποιείται ο υπολογιστής

σε αυτή την περίπτωση αλλάζει από αυτόν του υπολογιστή-δάσκαλου σε αυτόν του υπολογιστή-συνεργάτη στη μαθησιακή διαδικασία. Οι μαθητές δε διδάσκονται από τους υπολογιστές, αλλά μαθαίνουν με τη βοήθεια των υπολογιστών (learn with technology)((Jonassen, 1998).

Δεν είναι τυχαίο ότι αυτές οι αλλαγές που επιβλήθηκαν από την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση, συνέβη να είναι σύμφωνες με τις αρχές της εποικοδόμησης για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Η εποικοδομητικές προσεγγίσεις και οι νέες τεχνολογίες, άλλοτε χωριστά και άλλοτε μαζί έχουν ουσιαστικά ανασκευάσει την αντίληψη των προκλήσεων της μάθησης και πέτυχαν νέες δυνατότητες μάθησης για όλες σχεδόν τις καταστάσεις διδασκαλίας και μάθησης συμπεριλαμβανομένης και της διδασκαλίας στην παραδοσιακή τάξη, τη μάθηση από απόσταση και τη μάθηση χωρίς το διδάσκοντα.

Τα περιβάλλοντα εποικοδόμησης της γνώσης που υποστηρίζονται από τον υπολογιστή δεν περιλαμβάνουν έτοιμη γνώση αλλά μάλλον δημιουργούν καταστάσεις και παρέχουν εργαλεία που παρωθούν τους μαθητές να κάνουν τη μέγιστη δυνατή χρήση των δικών τους γνωστικών ικανοτήτων. Τέλος ένα άλλο σπουδαίο επακόλουθο της θεωρίας της εποικοδόμησης της γνώσης για την οικοδόμηση μαθησιακού περιβάλλοντος που υποστηρίζεται από υπολογιστή είναι ότι η μάθηση είναι προσωπική και κοινωνική δραστηριότητα (Vygotsky, 1978 Cole & Wertsch, 1996).

ΤΟ ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Τα υποθετικά πειράματα έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην ιστορία των Φ.Ε. (Lattery, 2001). Μαρτυρία αυτού είναι η χρήση τους από τους Galileo, Leibniz, Newton, Carnot και τον 20ο αιώνα από τους Einstein, Schrödinger και Heisenberg (Matthews, 1994). Αυτού του είδους ο φιλοσοφικός πειραματισμός της σκέψης χρονολογείται από την εποχή των Σωκρατικών Διαλόγων. Ο Mach αναφέρει πως η χρήση του υποθετικού πειράματος υπήρξε καθοριστική στην εξέλιξη των Φ.Ε. και οδήγησε σε θεμελιώδεις αλλαγές του τρόπου σκέψης των επιστημόνων (Gender, 1994). Αυτό που φαίνεται να έχει συμβεί κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των Φ. Ε., καθώς διεξάγεται το σύνολο των δραστηριοτήτων και τα προϊόντα που παράγονται από την κοινότητα των επιστημόνων, είναι πως το νοητικό πείραμα έχει καθιερωθεί ως μια ξεχωριστή κατηγορία δραστηριοτήτων, με το δικό της ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη δημιουργία και ανάπτυξη νέων πλαισίων προσέγγισης της επιστημονικής γνώσης (Sorensen, 1992). Φιλόσοφοι των Φ.Ε., όπως ο Popper (1992) και ο Kuhn (1981), αναγνώρισαν την σημαντική προσφορά τους στην επιστήμη. Μάλιστα ο δεύτερος τόνισε ότι δάσκαλοι και μαθητές θα πρέπει να είναι ενήμεροι για τη συνεισφορά των υποθετικών πειραμάτων στην ανάπτυξη των Φ.Ε.

Ένα υποθετικό πείραμα είναι ένα πείραμα που επιδιώκει να επιτύχει τους στόχους του χωρίς να εκτελεστεί (Sorensen, 1992). Τα υποθετικά πειράματα εκτελούνται στο "εργαστήριο" του μυαλού (Brown, 1991), είναι δηλαδή νοερές συλλήψεις των επιστημόνων. Αυτά είναι συχνά αλλά όχι πάντα αδύνατο να εκτελεστούν πραγματικά είτε γιατί στερούμαστε της απαραίτητης τεχνολογίας είτε γιατί είναι αδύνατο να εκτελεστούν εξ αρχής. Μερικοί υποστηρίζουν ότι τα υποθετικά πειράματα μας μιλούν για τις ιδιότητες του κόσμου ενώ άλλοι ισχυρίζονται ότι μας μιλούν για τις ιδιότητες της σκέψης ή πιο σωστά των εννοιών (Matthews, 1994).

Μεταξύ πειράματος και υποθετικού πειράματος υπάρχουν αξιοσημείωτες ομοιότητες. Και τα δύο είναι καθοδηγούμενα από τη θεωρία και μέσω αυτών επιδιώκεται η επαλήθευση, ο έλεγχος και η δυνατότητα για νέες προβλέψεις και εφαρμογές της θεωρίας (Abrams and Wandersee, 1995). Όμως, υπάρχουν και σημαντικές διαφορές. Η κύρια διαφορά του πειράματος από το υποθετικό πείραμα είναι ότι το δεύτερο εκτελείται μόνο (ή σε πρώτη φάση τουλάχιστον) νοερά (Gilbert, 2000).

Σύμφωνα με τον Sorensen (1992) κάθε υποθετικό πείραμα έχει τα τρία παρακάτω χαρακτηριστικά: Πρώτον, χρειάζεται η χρήση νοητικής φαντασίας (mental imagery), δεύτερον είναι εξαιρετικά ασυνήθιστο για την καθημερινή εμπειρία και πολλές φορές αδύνατο να πραγματοποιηθεί και τρίτον δεν υπόκειται σε φυσικούς περιορισμούς, αφού δεν είναι απαραίτητος

εργαστηριακός ή πειραματικός εξοπλισμός. Η δραστηριότητα που είναι ισοδύναμη με την εκτέλεση ενός πραγματικού πειράματος λαμβάνει χώρα αποκλειστικά στο "εργαστήριο" του μυαλού.

Ο Brown (1991) έχει προτείνει ένα σύστημα ταξινόμησης των νοητικών πειραμάτων κατατάσσοντας τα σε τρεις κατηγορίες:

- Καταστρεπτικά νοητικά πειράματα (destructive thought experiments).

Τα νοητικά αυτά δημιουργήματα ανατρέπουν πλήρως ή τουλάχιστον δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στη συνεκτική δομή μιας θεωρίας, συνήθως αναδεικνύοντας ελαττώματα ή αδυναμίες που έχουν επιπτώσεις σε όλο της το θεωρητικό οικοδόμημα.

- Εποικοδομητικά νοητικά πειράματα (constructive thought experiments).

Το βασικό καθήκον κάθε εποικοδομητικού υποθετικού πειράματος είναι η θεωρητική θεμελίωση μιας θεωρίας.

- Πλατωνικά νοητικά πειράματα (platonic thought experiments**).**

Τα πλατωνικά υποθετικά πειράματα είναι ξεχωριστά υποθετικά πειράματα που όχι μόνο καταρρίπτουν την υπάρχουσα θεωρία, αλλά ταυτόχρονα θέτουν τις βάσεις για τη δημιουργία μιας νέας. Η επινόηση τους αποτελεί πρόοδο για την επιστήμη αφού οδηγούν σε ποιο ικανοποιητικές ερμηνείες, σε σχέση με την προϋπάρχουσα θεωρία.

ΤΟ ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερο μαθησιακό αποτέλεσμα στη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών χρησιμοποιούνται διάφορα διδακτικά εργαλεία ή διδακτικές στρατηγικές (Κόκκοτας Βλάχος Καρανίκας, 1995). Ως τέτοια εργαλεία μπορούν να θεωρηθούν οι ερωτήσεις, οι μεταφορές και οι αναλογίες ή επίλυση προβλημάτων, η γνωστική σύγκρουση, οι εννοιολογικοί χάρτες, το δραματικό παιχνίδι, οι προσομοιώσεις στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (Κόκκοτας 1998) αλλά και το υποθετικό πείραμα (Reiner, 1998 Reiner & Gilbert, 2000).

Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν το μάθημα των Φυσικών Επιστημών και τα εγχειρίδια έχουν παραμελήσει σε μεγάλο βαθμό τα υποθετικά πειράματα (Matthews, 1994 Lattery, 2001). Ο Mach, που ήταν ο πρώτος που αναφέρθηκε στη χρήση του υποθετικού πειράματος στην εκπαιδευτική διαδικασία, υποστήριξε πως ο πειραματισμός στη σκέψη δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να μάθουν πόσο καλά κατανοούν τις αρχές οι μαθητές τους. Αυτό το είδος των προβλημάτων της «σκεπτόμενης φυσικής» (thinking physics) (Matthews, 1994) επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς και στους μαθητές να αναδείξουν αυτό που έχουν κατά νου για θεμελιώδεις αρχές όπως η βαρύτητα, η δύναμη, η πίεση κ.λπ. καθώς και να σκεφθούν για τις κατάλληλες συνθήκες στις οποίες μπορούν να εφαρμοστούν αυτές οι αρχές.

Στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εξής δυο κατηγορίες υποθετικών πειραμάτων (Matthews, 1994):

- Υποθετικά πειράματα προβλεπτικού τύπου. Σε αυτή την περίπτωση το αντίστοιχο πείραμα μπορεί να διεξαχθεί. Απασχολούν το μυαλό και αποκαλύπτουν τι σκέφτεται στην πραγματικότητα ο μαθητής για τις σχετικές έννοιες που διερευνούνται.
- Εξιδανικευμένα υποθετικά πειράματα, όπου οι συνθήκες που περιγράφονται δεν μπορούν να αναπαραχθούν.

Στο επίπεδο του Δημοτικού Σχολείου το πεδίο της αλλαγής των αντιλήψεων και των απόψεων των μαθητών (ή από μια κοινωνικοπολιτισμική προοπτική το πεδίο διαπραγμάτευσης μεταξύ της κουλτούρας των μαθητών και της κουλτούρας της επιστήμης (Aikenhead G. & Jegede O., 1999)) είναι ο προφανής χώρος, όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα υποθετικά πειράματα. Αυτό σημαίνει πως το υποθετικό πείραμα, βασικό μεθοδολογικό εργαλείο των επιστημόνων (Kuhn, 1981), πρέπει να αποτελεί βασικό διδακτικό εργαλείο της μαθησιακής διαδικασίας της διδασκαλίας των Φ.Ε., όταν επιλέγεται ως ευρύτερο πλαίσιο μάθησης η θεωρία της

εποικοδόμησης. Κι αυτό γιατί προσφέρει τη δυνατότητα διατύπωσης υποθέσεων, προβλέψεων και αιτιολογήσεων από μέρους των μαθητών.

Στη χώρα μας τα νέα εγχειρίδια της Ε' και Στ' Δημοτικού κάνουν για πρώτη φορά συνειδητά χρήση του υποθετικού πειράματος ως διδακτικού εργαλείου (Κόκκοτας Ριζάκη Χατζή Χαβιάρης, 2000). Σε ένα από αυτά τα πειράματα, οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν υποθετικά τη θερμοκρασία που θα έδειχνε ένα θερμόμετρο βυθισμένο σε δοχείο με νερό που θερμαίνεται και στη συνέχεια εκτελούν οι ίδιοι το πείραμα (Καρανίκας, 1996).

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Η χρήση των υπολογιστών και η δυνατότητα που προσφέρουν για προσομοίωσεις πραγματικών ή υποθετικών «κόσμων» με ταυτόχρονη αλληλεπιδραστικότητα και της υποβοηθούμενης από αυτούς διδασκαλίας αποτελεί πλεονέκτημα για τη διεξαγωγή υποθετικών πειραμάτων στις αίθουσες διδασκαλίας.

Την προηγούμενη δεκαετία αναπτύχθηκε ένας σημαντικός αριθμός υπολογιστικών περιβαλλόντων που έχουν ως στόχο την υποστήριξη των μαθητών κατά τη διαδικασία οικοδόμησης και έκφρασης των γνώσεών τους. Τα λογισμικά αυτά δίνουν έμφαση στην υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας διευκολύνοντας διάφορους τρόπους έκφρασης, όπως ρεαλιστικές ή λιγότερο ρεαλιστικές προσομοιώσεις, ενώ άλλα ασχολούνται περισσότερο με τη υποστήριξη συνεργατικών δραστηριοτήτων κάνοντας ευρεία χρήση των υπηρεσιών του διαδικτύου (Κόμης Φειδάς, 2000).

Η δυνατότητα αναπαράστασης ρεαλιστικών αλλά και μη ρεαλιστικών προσομοιώσεων επιτρέπει την προσομοίωση προβλεπτικών και εξιδανικευμένων υποθετικών πειραμάτων στο μάθημα των Φ.Ε. Οι υπολογιστές ξεπερνούν ένα από τα κλασικά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στη συνηθισμένη δουλειά στο εργαστήριο ή την τάξη και στα πειράματα των μαθητών: Οι υπολογιστές αφαιρούν τα πρακτικά εμπόδια κατά την παραγωγή και τον έλεγχο των υποθέσεων και επιτρέπουν την εξαγωγή συμπερασμάτων υπό ιδανικές συνθήκες που είναι χαρακτηριστικές των αξιοσημείωτων υποθετικών πειραμάτων (Matthews, 1994). Ταυτόχρονα, προσφέρουν τη δυνατότητα οπτικοποίησης και παραμετροποίησης, όχι μόνο πραγματικών αλλά και φανταστικών «κόσμων» δίνοντας την ευκαιρία στους μαθητές να παρακολουθήσουν βήμα προς βήμα σπουδαία ιστορικά υποθετικά πειράματα.

Επίσης, όπως συμβαίνει συχνά μέσα στην τάξη με την βοήθεια και την υποστήριξή που προσφέρει ο δάσκαλος ή ένας ικανότερος συνομήλικος, έτσι και το κατάλληλα σχεδιασμένο με τη χρήση νέων τεχνολογιών υποθετικό πείραμα, μπορεί να προσφέρει σκαλωσιές οικοδόμησης της γνώσης, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να ασχολούνται με δραστηριότητες πιο προχωρημένου επιπέδου και να ασκούνται σε ανώτερες δεξιότητες της σκέψης (Vygotsky, 1993).

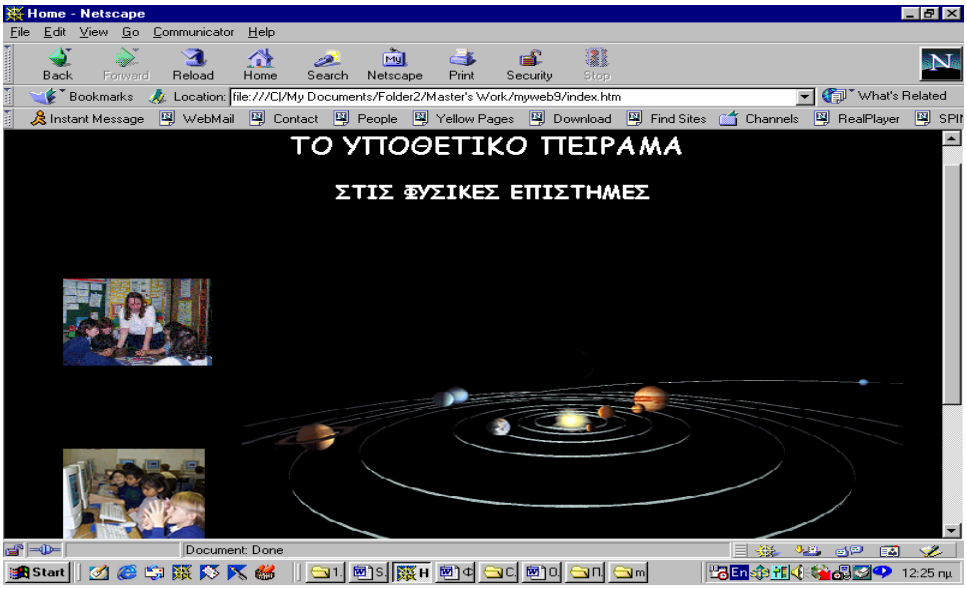
ΤΟ ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ - ΕΝΑΣ ΠΙΛΟΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Με βάση το θεωρητικό πλαίσιο που περιγράφηκε στις προηγούμενες ενότητες (εποικοδομητική υπόθεση για τη γνώση και νέες τεχνολογίες) αναπτύχθηκε ένα πιλοτικό εκπαιδευτικό λογισμικό (CD-ROM) με τίτλο «Το υποθετικό πείραμα στις Φυσικές Επιστήμες» (Εικόνα 1) και υποενότητες:

- Το υποθετικό πείραμα στις Φυσικές Επιστήμες
- Το υποθετικό πείραμα στην εκπαιδευτική διαδικασία

Το πιλοτικό εκπαιδευτικό λογισμικό αναπτύχθηκε ως ιστοσελίδα και είναι της μορφής web-based. Βασική υπόθεση που μας καθοδήγησε στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού υλικού είναι η θέση πως η παρουσίαση ιστορικών υποθετικών πειραμάτων στη διδασκαλία των Φ.Ε. δεν έχει μόνο μεθοδολογική αξία, αλλά σε συγκεκριμένες περιπτώσεις αποτελεί διδακτική μέθοδο και διδακτικό εργαλείο (Matthews, 1994). Βασικός μας στόχος είναι η πλήρης ανάπτυξη

ενός εκπαιδευτικού λογισμικού που θα συμπληρώσει τη μαθησιακή διαδικασία σε θέματα που είναι δύσκολο να προσεγγιστούν με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας ή να πραγματοποιηθούν πειραματικά. Η δραστηριότητα που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια αφορά μια εφαρμογή του υποθετικού πειράματος ως διδακτικού εργαλείου στο Δημοτικό Σχολείο, αλλά μια πλήρης ανάπτυξη όλων των σημαντικών ιστορικών πειραμάτων θα είναι περισσότερο συμβατή με εκπαιδευτικά σενάρια που μπορούν να εφαρμοστούν στο Γυμνάσιο και το Λύκειο.



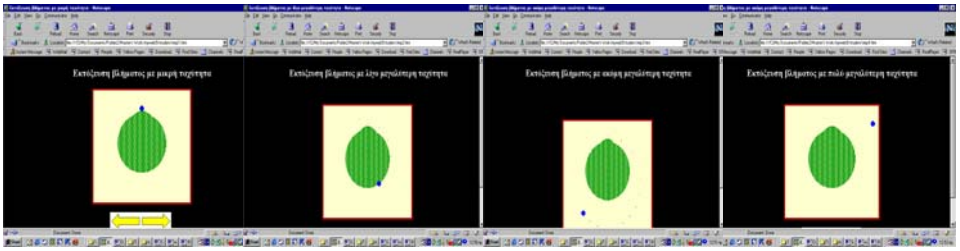
Εικόνα 1

Για το σχεδιασμό των μαθησιακών δραστηριοτήτων, όπως έχει αναφερθεί υιοθετήθηκε η υπόθεση της εποικοδόμησης της γνώσης και της ενσωμάτωσης και χρήσης νέων τεχνολογιών και πολυμεσικών εφαρμογών στην μαθησιακή διαδικασία. Ταυτόχρονα έγινε μια προσπάθεια το μαθησιακό περιβάλλον να είναι σύμφωνο με τις ακόλουθες αρχές:

- Παροχή σκαλωσιών μάθησης (scaffolding)) (στην περίπτωσή μας το ρόλο αυτό εκπληρώνουν εκτός από το διδάσκοντα και τους συνομηλίκους, τα υποθετικά πειράματα) για την ανάπτυξη των αναπαραστάσεων των μαθητών.
- Ενίσχυση της συνεργατικής εποικοδόμησης της γνώσης μέσω της κοινωνικής διαπραγμάτευσης και της κατανεμημένης γνώσης (Crook 1998, Dillenbourg 1999).
- Έκφραση και διερεύνηση μέσω πολλαπλών εξωτερικών αναπαραστάσεων και άμεσο χειρισμό (Κόμης, Φειδάς 2000).

Για τη δημιουργία μιας συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης που είχε ως στόχους την προσέγγιση από μέρους των μαθητών της έννοιας της βαρύτητας γενικά και της έλξης και περιστροφής των ουράνιων σωμάτων ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε ένα υποθετικό πείραμα που διατύπωσε ο Νεύτωνας. Είναι το υποθετικό πείραμα με την εκτόξευση βλημάτων από ένα τεράστιο κανόνι, με το οποίο ο Νεύτωνας αιτιολογούσε την κίνηση των πλανητών και των δορυφόρων τους Το συγκεκριμένο υποθετικό πείραμα είναι ένα από τα πιο σημαντικά υποθετικά πειράματα στην ιστορία των Φυσικών Επιστημών. Το συγκεκριμένο υποθετικό πείραμα μπορεί να

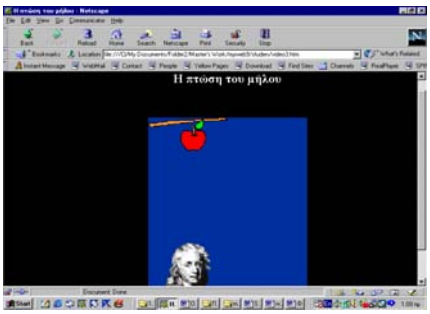
προσομοιωθεί με τη χρήση υπολογιστή και να δοθεί η δυνατότητα στους μαθητές να παρακολουθήσουν την εκτόξευση του βλήματος με διαφορετική αρχική ταχύτητα (Εικόνα 2).



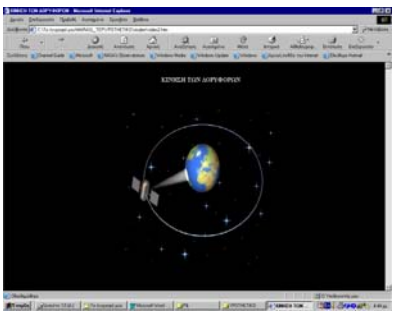
Πολύ μικρή ταχύτητα | Μικρή ταχύτητα | Αρκετή (κατάλληλη) ταχύτητα | Πολύ μεγάλη ταχύτητα

Εικόνα 2

Έτσι, δημιουργήθηκαν φύλλα εργασίας για το μαθητή και το διδάσκοντα. Η ακολουθία των δραστηριοτήτων είναι σύμφωνη με το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης. Προηγείται ο προσανατολισμός και η ανάδειξη των ιδεών (Εικόνα 3) μέσω δραστηριοτήτων που υποστηρίζονται από τη χρήση των νέων τεχνολογιών (video), ενώ το υποθετικό πείραμα (Εικόνα 2) εισάγεται αμέσως μετά τη διαπραγμάτευση των απόψεων των μαθητών και επιχειρείται να λειτουργήσει ως σκαλωσιά μάθησης. Για να ακολουθήσουν στη συνέχεια, μια σειρά άλλων δραστηριοτήτων (βλέπε Φύλλο Εργασίας μαθητή που ακολουθεί), που εκτελούν οι μαθητές με την καθοδήγηση του δάσκαλου και σε συνεργασία με τους μαθητές τους, καθισμένοι ανά δυο ή τρεις μπροστά στους υπολογιστές, αφού σχεδόν όλες οι δραστηριότητες τον μαθητών προϋποθέτουν άντληση του υλικού (υποθετικό πείραμα, κίνηση δορυφόρου, video με τη δημιουργία του σύμπαντος κ.λπ.) από το εκπαιδευτικό λογισμικό.



Δραστηριότητα προσανατολισμού και ανάδειξης ιδεών



Δραστηριότητα προσανατολισμού και ανάδειξης ιδεών:
Γιατί οι δορυφόροι που γυρίζουν γύρω από τη Γη δεν πέφτουν πάνω της;

Εικόνα 3

Ο ρόλος του διδάσκοντος κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης είναι κρίσιμος και ουσιαστικός. Η ένταξη του υπολογιστή και του εκπαιδευτικού υλικού στη διδακτική πράξη σε συνδυασμό με την εποικοδομητική θεωρία της μάθησης προϋποθέτει νέο ρόλο για τον εκπαιδευτικό. Δεν αρκεί απλά ο καταρτισμένος στις νέες τεχνολογίες εκπαιδευτικός. Πρέπει να

διαθέτει ολόπλευρη παιδαγωγική και διδακτική κατάρτιση για το πώς οι νέες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας.

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή που παρουσιάζουμε υπάρχει οδηγός δασκάλου για το φύλλο εργασίας του μαθητή και γενικά για το τι ενέργειες προτείνονται να πραγματοποιήσει πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος του μαθήματος.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ

Από την Αρχική Οθόνη επιλέξτε το πλήκτρο «Δραστηριότητες για το μαθητή»

Δραστηριότητα 1:

Α) Παρακολουθήστε το Video 1 (Ηλιακό Σύστημα).

Β) Πώς εξηγείτε την κίνηση των πλανητών γύρω από τον Ήλιο; Συζητήστε και γράψτε τις απόψεις σας.

Δραστηριότητα 2:

Α) Παρακολουθήστε το Video 2 και το Video 3.

Β) Έχει σχέση η πτώση ενός μήλου στη Γη με την κίνηση ενός δορυφόρου (για παράδειγμα της Σελήνης) γύρω από τη Γη;

Γ) Γιατί οι δορυφόροι που γυρίζουν γύρω από τη Γη δεν πέφτουν πάνω της;

Δραστηριότητα 3:

Συζητήστε στην τάξη τις απόψεις που εκφράσατε στις ομάδες σας στις δραστηριότητες 1 και 2.

Δραστηριότητα 4:

Δείτε τώρα πώς ο Νεύτωνας «πραγματοποιώντας στο εργαστήριο του μυαλού του» ένα Υποθετικό Πείραμα εξήγησε πώς μπορεί ένα σώμα να περιστρέφεται γύρω από τη Γη.

Ο Νεύτωνας για να εξηγήσει την περιστροφική κίνηση των πλανητών γύρω από τον ήλιο αναρωτήθηκε: «Αν υπήρχε ένα κανόνι, ένα πολύ πολύ μεγάλο κανόνι, σε κάποιο σημείο της Γης και εκτόξευε βλήματα τι θα συνέβαινε;»

- Στην οθόνη «Δραστηριότητες» που βρίσκεστε πιέστε με τη σειρά τα πλήκτρα:
  ΒΗΜΑ 1 (εκτόξευση βλήματος με μικρή ταχύτητα)
  ΒΗΜΑ 2 (εκτόξευση βλήματος με λίγο μεγαλύτερη ταχύτητα)

ΒΗΜΑ 3 (εκτόξευση βλήματος με ακόμη μεγαλύτερη ταχύτητα)
ΒΗΜΑ 4 (εκτόξευση βλήματος με πολύ μεγάλη ταχύτητα)
ΒΗΜΑ 5 (εκτόξευση βλημάτων με διαφορετικές ταχύτητες και οι τροχιές τους)
ΒΗΜΑ 6 (σύνδεση σε συγκεκριμένη διεύθυνση στο internet)

Δραστηριότητα 5:

Α) Ποιος «εκτόξευσε» τη Σελήνη και από τότε περιστρέφεται γύρω από τη Γη ως δορυφόρος της;

Β) Παρακολουθήστε το Video 4 (η μεγάλη έκρηξη - Big Bang)
Παρακολουθήστε το Video 5 (Ο Ήλιος η Γη και η Σελήνη)
Γ) Συζητήστε στην τάξη για αυτά που παρακολουθήσατε.

Δραστηριότητα 6:

Στην οθόνη «Δραστηριότητες» επιλέξτε «Μάθε κι αυτό» (Βαρύτητα, αυτή η παράξενη δύναμη!).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aikenhead, G., Jegede, O. (1999). Cross-Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon. Journal of Research in Science Teaching, vol. 36, pp. 269-287.

Abraams, E., Wandersee, J. (1995). How does biological Knowledge grow? A study of life scientists' research practices. Journal of Research in Science Teaching, v 32, pp. 649-64.

Brown R. J. (1991). The laboratory of the mind. London and New York: Routledge.

Brown, J. S., Collins, A. and Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher, 18 (1).

Cobern & Aikenhead (1998). Cultural Aspects of learning Science. In Fraser and Tobin (Eds). International Handbook of Science Education, Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

Cole, M., & Wertsch, J. V. (1996). Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky. Human Development, 39, 250-256.

Crook, C. (1998). Children as computer users: the case of collaborative learning. Computers and Education, 30, 237- 247.

Dillenbourg, P. (1999). Introduction: What do you mean by "collaborative learning"? In P. Dillenbourg (Ed.), Collaborative Learning: Cognitive and computational approaches (pp. 1-19) Amsterdam: Pergamon, Elsevier Science.

Driver, R. (1995). Constructivist approaches to science teaching. In Steffe, L. & Gale, J. (Ed.), Constructivism in Education. Hillsdale, N. J.: LEA.

Gender T. (1994). Tools of the Trade: Thought Experiments Examined. The Harvard Review of Philosophy, Spring 1994, pp. 81-85.

Gilbert, J. Reiner, M. (2000). Thought Experiments in Science Education: Potential and Current Realization. International Journal of Science Education, v 22, n 3 pp. 265-83.

Jonassen H. D. (1998). Computers as Mindtools for schools. Engaging critical thinking. Upper Saddle River, New Jersey, Colombus, Ohio: Merrill.

Καρανίκας, Ι. (1996). Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των θερμικών φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση των θερμικών

φιανομένων στους 4ετεις φοιτητές στο ΠΤΔΕ. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα 1996.
Κόκκοτας Π. (1998). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Αθήνα.
Κόκκοτας Π. (2000). «Πολυμέσα και εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Πολλαπλές Αναπαρατάσεις-Μια διαθεματική εφαρμογή πολυμέσων». Ημερίδα «Πολυμέσα και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες», Δεκέμβριος 2000, Αθήνα.
Κόκκοτας, Ριζάκη, Χατζή, Χαβιάρης (2000). Φυσικές Επιστήμες Ε' & ΣΤ' Δημοτικού. Ο.Ε.Δ.Β.
Κόκκοτας Π. (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Μέρος ΙΙ. Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Αθήνα.
Koschmann, T. (1996). Paradigm shifts and instructional technology: An introduction. In T. Koschmann, (Ed.), CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm, (pp. 1-23). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
Kuhn, T. (1981). The function of thought experiments. In: I. Hacking (Ed.), Scientific Revolutions, Oxford University Press. pp. 6-27.
Lattery, J. M. (2001). Thought Experiments in Physics Education: A Simple and Practical example. Science and Education, v 10, n 5, pp. 485-92.
Matthews, M. 1994. "Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science". Routledge, New York-London.
Popper, K. (1992). The logic of Scientific Discovery. New York: Routledge.
Reiner, M. Gilbert, J. (2000). Epistemological Resources for Thought Experimentation in Science Learning. International Journal of Science Education, v 22, n 5, pp. 489-506.
Reiner, M. (1998). Thought Experiments and Collaborative Learning in Physics. International Journal of Science Education, v 20, n 9, pp. 1043-58.
Rogoff, B. (1994). Developing understanding of the idea of communities of learners. Mind, Culture, and Activity, 4.
Roth Wolff-Michael (1995). Authentic School Science. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
Σταυρίδου Ε. (2000). Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
Sorensen R. (1992). Thought Experiments.N.Y.: Oxford University Press.
Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: the development of higher psychological processes. Cambridge, M.A.: Harvard University Press.
Vygotsky, L. (1993). Σκέψη και γλώσσα. Εκδόσεις Γνώση, Αθήνα.
Wertch, J. (1991) Voices of the Mind: A Sociocultural Approach to Mediated Action. Cambridge, MA: Harvard University Press.
Wertch, J. Del Rio, P. and Alvarez, A. (1995) Sociocultural studies: history, action and mediation, in Wertsch J., Del Rio P. and Alvarez A. (eds), Sociocultural Studies of mind. Cambridge: Cambridge University Press
Κόμης, Β., Φειδάς, Χ. (2000). Παιδαγωγικές και τεχνολογικές αρχές σχεδίασης ενός λογισμικού συνεργατικής χαρτογράφησης βασισμένο στο διαδίκτυο. 2^{ο} Πανελλήνιο Συνέδριο «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην εκπαίδευση». Πάτρα, Οκτώβριος 2000.