

Χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού "Key" για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάλυσης δεδομένων στο μάθημα της Χημείας

Κ. Νικολοπούλου

1. Εισαγωγή

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές (H/Y) έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν και να επεξεργάζονται πολλά και πολύπλοκα δεδομένα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Στην βιβλιογραφία (Freeman and Levett, 1986; Fitzpatrick, 1990; White, 1987) εμφανίζονται ισχυρισμοί, ότι η χρήση πακέτων "βάσεων δεδομένων" (data analysis software) μπορούν να αναπτύξουν στο χρήστη δεξιότητες διαχείρισης δεδομένων. Τέτοιες δεξιότητες συμπεριλαμβάνουν την αναγνώριση, οργάνωση και ανάκληση πληροφοριών, οι οποίες προϋποθέτουν εκ μέρους του χρήστη να "κάνει υποθέσεις", να "λάβει αποφάσεις", να "σχηματίσει ερωτήσεις" (δηλαδή δεξιότητες ανώτερου πνευματικού επιπέδου).

Η έρευνα των Underwood και Underwood (1990) έδειξε ότι, όταν οι μαθητές χρησιμοποιούν τα πακέτα "βάσεις δεδομένων" χρειάζεται να έχουν κάποια γνώση της φύσης και δομής των δεδομένων. Η Spavold (1989), επίσης, έδειξε ότι η κατανόηση της έννοιας του πεδίου (field) είναι σημαντικός παράγοντας για επιτυχή σχηματισμό ερωτήσεων (σε σχέση με τα δεδομένα της βάσης δεδομένων). Οι μαθητές που συντάζαν μόνοι τους τη βάση δεδομένων, έδειξαν καλύτερη κατανόηση της έννοιας του πεδίου σε σύγκριση με εκείνους, που απλώς ερευνήσαν το λογισμικό βάσης δεδομένων, που συντάχθηκε από άλλους.

Η κατανόηση της λογικής του Boole (Boolean λογικής), επίσης, χρειάζεται, όταν οι μαθητές πρέπει να συντάξουν/σχηματίσουν σύνθετες ερωτήσεις. Μία έρευνα των Underwood και Underwood (1990) έδειξε, ότι οι μαθητές είχαν δυσκολία να καταλάβουν τη λογική του συνδέσμου "AND" (Boolean logical operator "AND"). Νόμιζαν ότι, όσο περισσότερα πεδία προσδιορίσουν, τόσο περισσότερες εγγραφές (records) θα ταίριαζαν στις ασκήσεις τους. Επίσης, οι Bezanilla Ogborn (1992) έδειξαν ότι μαθητές ηλικίας 13-14 ετών έχουν μερικές δυσκολίες με τον σύνδεσμο "AND", όταν κάνουν χρήση πακέτου βάσης δεδομένων και πολύ περισσότερες δυσκολίες με την χρήση του συνδέσμου "OR".

Από την άλλη πλευρά, μια έρευνα των Beek et.al (1989) έδειξε ότι φοιτητές, που χρησιμοποίησαν λογισμικό "βάσης δεδομένων" σε σύγκριση με χρήση "παραδοσιακών μεθόδων" προκειμένου να επιτευχθεί ανάκληση πληροφοριών, αφενός συμπλήρωσαν την ανάκληση γρηγορότερα, αφετέρου δεν ανακάλεσαν τις κατάλληλες πληροφορίες καλύτερα ή αποδοτικότερα, από τους συμφοιτητές τους, που δεν χρησιμοποίησαν H/Y.

Λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες έρευνες και τους ισχυρισμούς για τη χρήση πακέτων εκπαιδευτικού λογισμικού "βάσεις δεδομένων", υπάρχει κάποια ασυμφωνία όσον αφορά τη βιβλιογραφία. Αυτή η εργασία έχει στόχο να αναφέρει την ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάλυσης δεδομένων από μαθητές ηλικίας 13 και 14 ετών, που έκαναν

χρήση του λογισμικού "key" στο μάθημα της Χημείας και να συγκρίνει τις επιτεύξεις τους με συμμαθητές τους της ίδιας ηλικίας, που δεν χρησιμοποίησαν H/Y.

2. Μεθοδολογία

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε μία πειραματική ομάδα μαθητών ($n = 27$) και μία ομάδα ελέγχου ($n = 28$) αποτελούμενες από μαθητές ηλικίας 13 και 14 ετών και παρόμοιας ικανότητας, στο μάθημα της Χημείας. Συμφωνήθηκε με τους καθηγητές τους, ότι η πειραματική ομάδα θα χρησιμοποιούσε το εκπαιδευτικό λογισμικό "key" (πακέτο βάσης δεδομένων) για εκπόνηση συγκεκριμένων ασκήσεων, ενώ η ομάδα ελέγχου θα χρησιμοποιούσε παραδοσιακές μεθόδους (δηλ. μολύβι και χαρτί) για εκπόνηση των ίδιων ακριβώς ασκήσεων. Οι ασκήσεις αυτές ή συγκεκριμένα "ερωτήσεις ανάλυσης δεδομένων" κατασκευάστηκαν με σκοπό να ανιχνεύσουν συγκεκριμένες ειδικές δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων (π.χ. χρήση Boolean λογικής): εκπονήθηκαν δε κατά την μελέτη της ενότητας "μέταλλα" στο μάθημα της Χημείας και το εκπαιδευτικό λογισμικό ήταν ενσωματωμένο στη μαθησιακή διαδικασία, χωρίς να υπάρχει τεχνητή παρέμβαση εκ μέρους μου.

Παρατήρησα τον τρόπο εργασίας και των δύο ομάδων κατά την διάρκεια εκπόνησης των ασκήσεων και κατόπιν ανέλυσα τα γραπτά των μαθητών. Αυτή η εργασία αποτελεί ένα τμήμα της διδακτορικής μου διατριβής (Nikolopoulou, 1998) και η μεθοδολογία καθώς και τα πρωταρχικά αποτελέσματα δημοσιεύθηκαν στο άρθρο των Cox and Nikolopoulou (1997). Η μελέτη εκπονήθηκε στην Αγγλία με μεγαλύτερο δείγμα μαθητών, αλλά το επίκεντρο της εργασίας αυτής είναι το προαναφερθέν δείγμα (σύνολο = 55 μαθητές) και η εκπόνηση των συγκεκριμένων ερωτήσεων/ασκήσεων ανάλυσης δεδομένων, που περιγράφω παρακάτω.

2.1 Ερωτήσεις ανάλυσης δεδομένων

Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου εργάστηκαν σε 12 ερωτήσεις κατά τη διάρκεια της μελέτης των "μετάλλων" στη Χημεία, έχοντας κάνει μερικά μαθήματα για τα μέταλλα. Οι δραστηριότητες ανάλυσης δεδομένων (εκπόνηση 12 ερωτήσεων) πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια τριών ημερών και συνολικά οι μαθητές εργάστηκαν σ' αυτές 1 (άρα, με ή χωρίς H/Y αντίστοιχα. Στον Πίνακα 1 αναγράφονται οι 12 ερωτήσεις που δόθηκαν προς απάντηση.

Πίνακας 1 Ερώτηση: ανάλυσης δεδομένων

Ερώτηση

1. (Q1) Ποιο μέταλλο έχει το χαμηλότερο σημείο τήξεως;
2. (Q2) Ποιο μέταλλο έχει το υψηλότερο σημείο τήξεως;
3. (Q3) Ποιο μέταλλο έχει την μεγαλύτερη πυκνότητα;
4. (Q4) Ποιο μέταλλο έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα;
5. (Q5) Ποια μέταλλα έχουν σύμβολο που αρχίζει από A;
6. (Q6) Ποια μέταλλα έχουν ορυκτό που αρχίζει από C;
7. (Q7) Ποια μέταλλα ανακαλύφθηκαν μετά το 1890;

8. (Q8) Βρείτε τα χημικά στοιχεία που αρχίζουν από C και επίσης μπορούν να εξορυχθούν στην Αφρική. Είναι κάποια από αυτά μέταλλα;
9. (Q9) Βρείτε τα μέταλλα που έχουν ατομικό αριθμό μεταξύ του 19 και 36 και έχουν πυκνότητα μικρότερη του 8.
10. (Q10) Αληθεύει ότι τα μέταλλα έχουν υψηλότερα, σημεία τήξεως από τα μη μέταλλα; Κοιτάξτε τα 20 πρώτα χημικά στοιχεία (ατομικοί αριθμοί 1 -20) και σχεδιάστε την γραφική παράσταση του σημείου τήξεως σε σχέση με τον ατομικό αριθμό. Ποιο από αυτά τα στοιχεία είναι μέταλλα;
11. (Q11) Χρησιμοποιώντας την πληροφορία της Ερώτησης 10, ταξινομήστε τα χημικά στοιχεία, σύμφωνα με τα σημεία τήξεως. Αποφασίστε πόσα γκρουπ υπάρχουν.
12. (Q12) Ποιες ιδιότητες είναι κοινές για τα μέταλλα χρυσός και μόλυβδος;

Για παράδειγμα, οι πρώτες τέσσερις ερωτήσεις (Q1 - Q4) αναφέρονται στην εύρεση/προσδιορισμό δεδομένων με δύο κοινά χαρακτηριστικά: μέταλλο = χαρακτηριστικό, σημείο τήξεως/πυκνότητα = χαρακτηριστικό. Επίσης, πρέπει να τοποθετήσουν τα διαφορετικά σημεία τήξεως/πυκνότητες με αύξουσα ή φθίνουσα σειρά, προκειμένου να προσδιορίσουν ένα μόνο μέταλλο.

Άλλες ερωτήσεις (π.χ. Q9) απαιτούν από τους μαθητές να προσδιορίσουν δεδομένα με τρία κοινά χαρακτηριστικά: δηλ. μέταλλο, ατομικός αριθμός, πυκνότητα. Εδώ οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν Boolean λογική (σύνδεσμος "AND") και επίσης τις συνθήκες "μεγαλύτερο από" και "μικρότερο από".

2.2 Δραστηριότητες της πειραματικής ομάδας

Η πειραματική ομάδα ($n = 27$) χρησιμοποίησε το λογισμικό "key" για 1 (άρα συνολικά, διαμοιρασμένη σε τρία μαθήματα για τα μέταλλα. Οι μαθητές έγραψαν σε μικρές ομάδες 2-3 ατόμων μπροστά σε κάθε υπολογιστή. Επειδή υπήρχαν μόνο 5 υπολογιστές, ο καθηγητής οργάνωσε τη τάξη έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν διαδοχικά από μερικούς μαθητές κάθε φορά, ενώ οι υπόλοιποι εργάζονταν σε project σχετικό με τα μέταλλα.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό βάσης δεδομένων "key" χρησιμοποιείται συχνά στην Αγγλία για διδασκαλία με την υποβοήθηση H/Y. Η συλλογή και εισαγωγή των δεδομένων (χημικά δεδομένα) έγινε από τους καθηγητές κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι μαθητές τους να επικεντρωθούν στην έρευνα και προσδιορισμό/ανάκληση δεδομένων από το πρόγραμμα "key". Ο φάκελος "χημικά στοιχεία" περιελάμβανε 103 εγγραφές (records) και κάθε εγγραφή αποτελούνταν από 18 πεδία (fields) μεταξύ των οποίων ήταν: ατομικός αριθμός, όνομα χημικού στοιχείου, σύμβολο χημικού στοιχείου, σημείο τήξεως, μέταλλο, ημερομηνία ανακάλυψης, μεταλλικό ορυκτό.

2.3 Δραστηριότητες της ομάδας ελέγχου

Η ομάδα ελέγχου ($n = 28$) εργάστηκε επίσης 1 ώρα συνολικά, χωρίς τη χρήση

λογισμικού, για εκπόνηση των ίδιων ερωτήσεων, με παραδοσιακές μεθόδους (δηλ. μολύβι και χαρτί). Οι μαθητές εργάστηκαν σε μικρές ομάδες κυρίως 2 ατόμων και οι δραστηριότητες έλαβαν μέρος σε δύο διαφορετικά μαθήματα για τα μέταλλα.

Οι πληροφορίες, που χρειαζόταν για να απαντηθούν οι 12 ερωτήσεις του Πίνακα 1, ήταν καταναμημένες μαζί με άλλες επιπλέον πληροφορίες (για τα χημικά στοιχεία) σε 10 διαφορετικές σελίδες χαρτιού.

Σε μερικές περιπτώσεις οι μαθητές έπρεπε να εξετάσουν τα δεδομένα διαφορετικών σελίδων ταυτόχρονα για να απαντήσουν σωστά στις ερωτήσεις. Για παράδειγμα ο πίνακας, που έδειχνε τα χημικά στοιχεία και τα σημεία τήξεώς τους, αποτελούνταν από δύο διαφορετικές σελίδες, που έπρεπε να εξετασθούν μαζί για να βρεθεί το μέταλλο με το χαμηλότερο σημείο τήξεως (Ερώτηση 1).

3. Αποτελέσματα

Ο Πίνακας II δείχνει τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών: α) που είχαν σωστή απάντηση, β) που δεν απάντησαν, γ) που έδωσαν μερική απάντηση, στις ερωτήσεις ανάλυσης δεδομένων (Q1 - Q10). Οι ερωτήσεις 11 (Q11) και 12 (Q12) δεν βρίσκονται στον πίνακα, διότι κανένας μαθητής δεν προχώρησε σ' αυτές. Το Σχήμα 1. δείχνει τα παραπάνω ποσοστά σε γραφική παράσταση.

Πίνακας 2. Ποσοστά απαντήσεων στις ερωτήσεις ανάλυσης δεδομένων

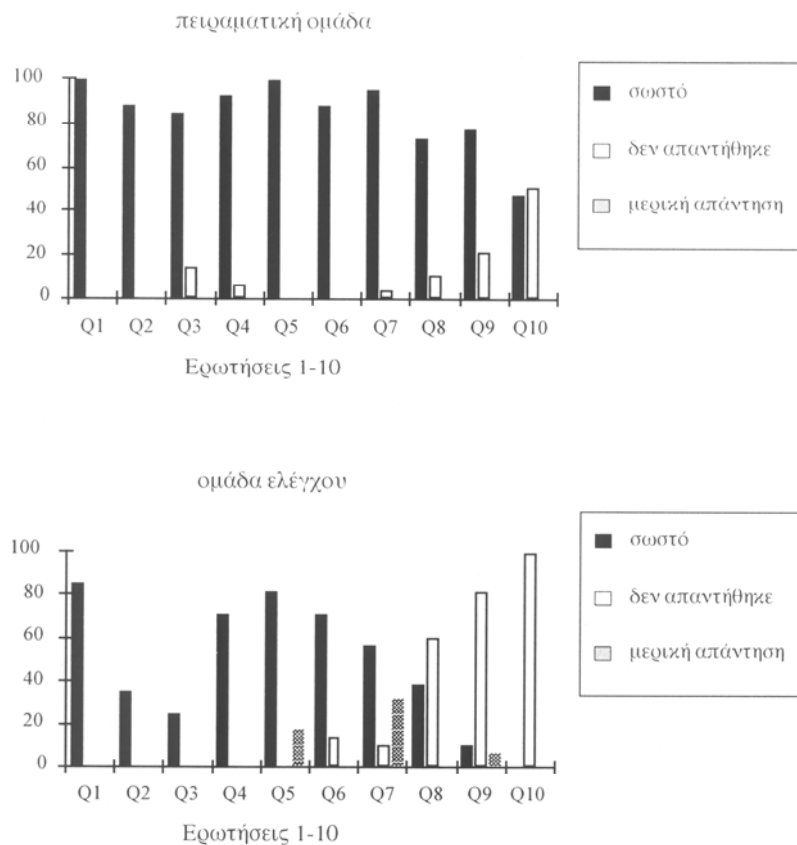
ερώτηση	πειραματική ομάδα (% των μαθητών)		ομάδα ελέγχου (0% των μαθητών)		
	σωστό	δεν απαντήθηκε	σωστό	δεν απαντήθηκε	μερική απάντηση
1	100		86		
2	89		36		
3	85	15	25		
4	93	7	71		
5	100		82		18
6	89		71	14	
7	96	4	57	11	32
8	74	11	39	61	
9	78	22	11	82	7
10	48	52		100	

Από τα αποτελέσματα βλέπουμε, ότι στην πειραματική ομάδα οι περισσότεροι μαθητές είχαν σωστές απαντήσεις στις πρώτες εννέα ερωτήσεις, ενώ οι μισοί περίπου δεν προχώρησαν στην ερώτηση 10 (Q10).

Από την άλλη πλευρά, η ομάδα ελέγχου είχε χαμηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων σε όλες τις ερωτήσεις, σε σύγκριση με την πειραματική ομάδα και ιδιαίτερα στις ερωτήσεις 2,

3 και 9 (Q2, Q3, Q9). Επίσης παρατηρούμε ότι, τα ποσοστά των μαθητών, που δεν απάντησαν στις ερωτήσεις Q8, Q9 αυξήθηκαν και κανείς δεν απάντησε την ερώτηση 10 (Q10). Η μερική απάντηση αυτής της ομάδας για τις ερωτήσεις Q5 και Q7 σημαίνει, ότι οι μαθητές δεν έγραψαν ένα ή περισσότερα μέταλλα, ενώ για την ερώτηση Q9 σημαίνει, ότι απάντησαν μόνο το πρώτο μισό της ερώτησης (δηλ. έγραψαν τα μέταλλα που έχουν ατομικό αριθμό μεταξύ του 19 και 36).

Στην ερώτηση 6 (Q6) ένα μικρό ποσοστό μαθητών (11% στην πειραματική ομάδα, 7% στην ομάδα ελέγχου) έγραψαν τα ονόματα των ορυκτών, αντί για τα ονόματα των μετάλλων: ίσως να μην διάβασαν σωστά την ερώτηση, γιατί τα ορυκτά είναι εκείνα που αντιστοιχούν στα ζητούμενα μέταλλα.



Σχήμα 1. Ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών

4. Ανάλυση και συζήτηση των αποτελεσμάτων

Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, που χρησιμοποίησαν το πακέτο βάσης δεδομένων, ήταν πιο αποδοτικοί ως προς την ακρίβεια και το χρόνο που απαιτήθηκε για την συμπλήρωση των ερωτήσεων. Στο περιβάλλον, όπου η μάθηση υποβοηθήθηκε από τον H/Y, οι μαθητές συμπλήρωσαν σωστά περισσότερες ερωτήσεις μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα της 1 ώρας. Αυτό το αποτέλεσμα υποστηρίζει μέρος της έρευνας του Rawitch (1988), που εργάστηκε με μαθητές ίδιας ηλικίας (13-14 ετών) και βρήκε ότι, όσοι χρησιμοποίησαν το λογισμικό τύπου "βάση δεδομένων", ήταν πιο αποδοτικοί.

Από τις παρατηρήσεις μου στην πειραματική ομάδα υποστηρίζω, ότι η παρέμβαση του καθηγητή ήταν ένας παράγοντας που υποβοήθησε την καλύτερη απόδοση των μαθητών. Υποδείξεις που έγιναν στους μαθητές αφορούσαν τον προσδιορισμό του πεδίου "μέταλλο", την επιλογή "σύνθετης έρευνας" (complex search) και την επιλογή του "τέλος" από το μενού του λογισμικού.

Επειδή οι μαθητές δεν είχαν συγκεντρώσει ή/και εισάγει τα χημικά δεδομένα στη βάση δεδομένων "key" είχαν δυσκολίες, αρχικά, να "μετατρέψουν" τις ερωτήσεις που τους δόθηκαν σε γλώσσα κατανοητή από τον H/Y και επίσης να επιλέξουν / προσδιορίσουν τα κατάλληλα πεδία για την ερευνά τους.

Στην ομάδα ελέγχου, οι μερικώς απαντημένες ερωτήσεις και λάθος απαντήσεις οφείλονταν στο ότι οι πληροφορίες για τη σωστή απάντηση ήταν κατανεμημένες σε διαφορετικές σελίδες χαρτιού. Παρατήρησα, ότι αρκετοί μαθητές έψαχναν σε μερικά μόνο χαρτιά που περιείχαν μέρος της απάντησης, χωρίς να εξετάσουν όλα τα χαρτιά που τους δόθηκαν για την εύρεση της σωστής απάντησης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το μικρό ποσοστό μαθητών (σε σύγκριση με όσους χρησιμοποίησαν H/Y) που απάντησαν σωστά τις ερωτήσεις 2 (Q2: ποιο μέταλλο έχει το υψηλότερο σημείο τήξεως) και 3 (Q3: ποιο μέταλλο έχει την μεγαλύτερη πυκνότητα). Επίσης, είναι φανερό ότι παίρνει μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ο προσδιορισμός συγκεκριμένων πληροφοριών μέσω έρευνας χωρίς H/Y.

Οι συγκεκριμένες δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων αναφέρονται παρακάτω:

4.1 Χρήση απλής Boolean λογικής

Οι μαθητές ηλικίας 13 και 14 ετών έχουν τη δυνατότητα να προσδιορίσουν δεδομένα με δύο κοινά χαρακτηριστικά, κάνοντας χρήση του Boolean λογικού συνδέσμου "AND". Αυτό είναι φανερό από την απόδοση των μαθητών και των δύο ομάδων στις ερωτήσεις Q1, Q4, Q5 και Q6. Για παράδειγμα στις ερωτήσεις Q5 και Q6 τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι πάνω από 89% στην πειραματική ομάδα και 71% στην ομάδα ελέγχου απάντησε σωστά.

4.2 Ανώτερες δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων με την χρήση H/Y

Οι μαθητές 13-14 ετών που χρησιμοποίησαν το εκπαιδευτικό λογισμικό συμπλήρωσαν μία σειρά από σύνθετες ασκήσεις, που περιλαμβάνουν:

- Προσδιορισμό δεδομένων με τρία κοινά χαρακτηριστικά (Q9)

- Προσδιορισμό δεδομένων με δύο κοινά χαρακτηριστικά και επίσης λήψη αποφάσεων ή προσδιορισμό με βάση ένα τρίτο χαρακτηριστικό (Q2, Q3, Q7, Q8).

Για παράδειγμα, για να απαντηθεί η ερώτηση 3 (Q3: ποιο μέταλλο έχει την μεγαλύτερη πυκνότητα) πρέπει να ακολουθηθεί η εξής διαδικασία:

- α) προσδιορισμός όλων των χημικών στοιχείων που είναι μέταλλα, κατόπιν
- (β) προσδιορισμός του κοινού χαρακτηριστικού πυκνότητα, κατόπιν
- (γ) τοποθέτηση σε σειρά των διαφορετικών πυκνοτήτων και λήψη απόφασης για τη μεγαλύτερη τιμή πυκνότητας.

Οι παραπάνω 'ανώτερες δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων' είναι πιο σύνθετες σε σύγκριση με ότι έχει δημοσιευθεί σε προηγούμενες έρευνες (Bezanilla and Ogborn, 1992) και με τις δεξιότητες που ανέπτυξαν, όσοι μαθητές δεν χρησιμοποίησαν H/Y.

Η συμπλήρωση των σύνθετων ασκήσεων (π.χ. ερωτήσεις Q7, Q8, Q9 και Q10) μπορούσε να γίνει με επιλογή 'complex search' ή του 'simple search'. Οποιαδήποτε όμως κι αν ήταν η επιλογή των μαθητών, η κατανόηση της Boolean λογικής ήταν προϋπόθεση για να δοθούν οι κατάλληλες εντολές στον H/Y.

4.3 Χρήση απλών συνθηκών

Η έρευνα με τη χρήση απλών συνθηκών, όπως π.χ. "μεγαλύτερο από", "μικρότερο από", "αρχίζει με" επιτεύχθηκε από την πλειοψηφία των μαθητών. Τέτοιες απλές συνθήκες απαιτούνταν να είναι κατανοητές για την απάντηση σχεδόν όλων των ερωτήσεων. Όμως στο περιβάλλον του H/Y ο συνδυασμός τέτοιων απλών συνθηκών ήταν πιο αποτελεσματικός σε σύγκριση με το παραδοσιακό περιβάλλον.

5. Συμπεράσματα

Η εργασία έδειξε, ότι οι περισσότεροι μαθητές ηλικίας 13-14 ετών μπορούν να κατανοήσουν και να χρησιμοποιήσουν απλή Boolean λογική (για προσδιορισμό δεδομένων με δύο κοινά χαρακτηριστικά). Αλλά στο περιβάλλον του H/Y οι μαθητές της ίδιας ηλικίας μπορούν να αναπτύξουν ανώτερες δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων (όπως π.χ. χρήση Boolean λογικής για προσδιορισμό δεδομένων με τρία κοινά χαρακτηριστικά), πράγμα δύσκολο για όσους δεν χρησιμοποιούν H/Y. Εάν η ομάδα ελέγχου είχε περισσότερο χρόνο στην διάθεση της, ίσως συμπλήρωνε περισσότερες ερωτήσεις σωστά. Τα αποτελέσματα μου έδειξαν, ότι η χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού 'βάση δεδομένων' επέτρεψε στους μαθητές να εκτελέσουν σωστά και γρήγορα ανώτερες δραστηριότητες ανάλυσης δεδομένων σε σύγκριση με 'παραδοσιακές μεθόδους'. Το λογισμικό αποδείχθηκε ένα "εργαλείο" για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάλυσης δεδομένων.

Αναφορές

- Beek, J. Been. P.. and Hurts. K. (1989). Computer-based learning for on-line database search. *Computer & Education*, 13(4). 327-336.
- Bezanilla. M. and Ogborn.J. (1992). Logical sentences and searches. *Journal of Computer Assisted Learning*, 8(1). 37-48.
- Cox. M. and Nikolopoulou, K. (1997). What information handling skills are promoted by the use of data analysis software? *Education & Information Technologies*, 2(2), 105 -120.
- Fitzpatrick, C. (1990). Computer in geography instruction. *Journal of Geography*, 89(4). 148-149.
- Freeman, D. and Levett, J. (1986). QUEST-Two curriculum projects: perspectives, practice and evidence. *Computer Education*, 10(1), 55-59.
- Nikolopoulou, K. (1998). An investigation into the effects of using information technology on pupils' learning of science; focusing on two aspects, data analysis skills and electricity concepts. Ph.D thesis. University of London: King's College, London.
- Rawitch, D. (1988). The computerised database: not a simple solution. *The Computing Teacher*, 15(4), 34-37.
- Spavold. J. (1989). Children and databases: an analysis of data entry and query formulation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 5(3), 145-160.
- Underwood, J. and Underwood, G. (1990). Computers and learning: helping children acquire thinking skills. Oxford: Blackwells.
- White C. (1987). Developing information processing skills through structured activities with a computerised file-management program. *Journal of Education Computing Research*,3(1), 355-375.