

Νοητικά μοντέλα μαθητών και δίκτυα υπολογιστών: Η περίπτωση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου

Μαρία Κολλάρα
Καθηγήτρια Πληροφορικής
Β/θμιας Εκπαίδευσης
marikoll@mailcity.com

Δημήτρης Κανελλόπουλος
Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός,
dkanellopoulos@hotmail.com

και

Βάσω Σπηλιωτοπούλου
Καθηγήτρια Διδακτικής της ΠΑ.ΤΕ.Σ. Πατρών, Σ.Ε.Λ.Ε.Τ.Ε.
spiliot@otenet.gr

ΠΑ.ΤΕ.Σ. Πατρών, Σ.Ε.Λ.Ε.Τ.Ε.
Ανθεμίου 2 και Παλαμά, Πάτρα, 26442

Περίληψη

Η εργασία αυτή έχει ως επίκεντρο τη σκέψη των μαθητών γυμνασίου και λυκείου για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μια οντότητα που σχετίζεται άμεσα με τα δίκτυα υπολογιστών. Τα δίκτυα υπολογιστών είναι μια έννοια “σύστημα” με πολύπλοκη φύση και ιδιαίτερη σημασία στη σημερινή κοινωνική πραγματικότητα. Μέσα από τα σχέδια και τις περιγραφές των μαθητών για το πώς δυο φίλοι επικοινωνούν μέσω των υπολογιστών τους στην ίδια γειτονιά ή όταν βρίσκονται ο ένας στην Ελλάδα και ο άλλος στην Αυστραλία μελετούμε τις απαντήσεις τους και καταγράφουμε νοητικά μοντέλα για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, αλλά και το σύστημα ως όλον που διαπιστώθηκαν. Μέσα από ερωτήματα για τη μορφή της πληροφορίας και το μέσο μετάδοσης της πληροφορίας διερευνούμε πώς οι μαθητές σκέφτονται για επιμέρους θέματα του συστήματος δικτύου υπολογιστών. Διαφορές που διαπιστώνονται ανάμεσα σε μαθητές γυμνασίου και μαθητές λυκείου, καθώς και διδακτικές συνέπειες συζητούνται επίσης.

Abstract

This paper focuses on students' thinking concerning the electronic mail, an entity which is related to the computer networks. Computer networks is a “system” concept of a complicated nature which has a particular importance in the present and future social reality. Students have been asked to draw and explain how two friends communicate with their computers when they live in the same neighborhood and when they live one in Greece and the other in Australia. Their answers have been studied and mental models for the electronic mail and the system as a whole have been identified. Two more questions about the nature of the information and the mean through which the information is transmitted have been used and students' thinking about elements of the system have been explored. Differences found between two different age groups and teaching implications are also discussed in this paper.

Λέξεις κλειδιά: Ιδέες μαθητών για τα δίκτυα υπολογιστών, Διδακτική πληροφορικής, Νοητικά μοντέλα για το Internet, Θεωρία συστημάτων στη διδακτική.

Εισαγωγή

Είναι πια κοινή πεποίθηση, σήμερα, ότι οι απόψεις των ανθρώπων για τον κόσμο, για τον εαυτό τους, για τις ικανότητές τους, για τα έργα που τους ζητούνται να εκτελέσουν, τα θέματα που πρέπει να μάθουν εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο που έχουν δημιουργήσει τις αντιλήψεις, που αλληλεπιδρούν με τις δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκονται. Κατά την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον, με τους άλλους, με τα προϊόντα της τεχνολογίας, οι άνθρωποι σχηματίζουν εσωτερικά, νοητικά μοντέλα για τον εαυτό τους και για τα πράγματα, με τα οποία αλληλεπιδρούν. Στον σημερινό κόσμο, όπως έχει διαμορφωθεί, αναπόφευκτα οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τους υπολογιστές και με τις υπηρεσίες που μπορούν να προσφέρουν στο σύγχρονο άνθρωπο, είτε στο σχολείο, είτε στην καθημερινή τους ζωή. Η υπηρεσία του

ηλεκτρονικού ταχυδρομείου έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία και παρ' ότι οι πρακτικές δεξιότητες μπορούν να αποκτηθούν εύκολα, η κατανόηση του τι ακριβώς περιλαμβάνεται και συμβαίνει από τη στιγμή που στέλνεις ένα μήνυμα μέχρι τη στιγμή που κάποιος άλλος το διαβάζει δεν φαίνεται να είναι απλή, καθώς σχετίζεται με τις έννοιες των δικτύων υπολογιστών. Πώς οι μαθητές κατανοούν μια τέτοια λειτουργία και ποια είναι τα χαρακτηριστικά της σκέψης τους μελετώνται και συζητούνται σ' αυτή την εργασία, σε μια προσπάθεια να δημιουργήσουμε μια βάση για να οργανώσουμε καλλίτερα τις επιλογές μας για τις διδακτικές μας ενέργειες. Γι' αυτή μας την προσπάθεια ακολουθούμε τη θεώρηση του Norman, που σύντομα περιγράφεται πιο κάτω.

Εννοιολογικά και Νοητικά μοντέλα

Τα νοητικά μοντέλα, τα οποία οι άνθρωποι χρησιμοποιούν, προσφέρουν προβλεπτική και ερμηνευτική ισχύ για την κατανόηση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-περιβάλλοντος και είναι συμβατά με ήδη υπάρχουσες θεωρίες για τις γνωστικές διαδικασίες (Norman, 1983). Για τον Norman στη θεώρηση των νοητικών μοντέλων χρειάζεται να λάβουμε υπ' όψη μας τέσσερα πράγματα: το *σύστημα-στόχο*, το *εννοιολογικό μοντέλο* του συστήματος-στόχου, το *νοητικό μοντέλο του χρήστη* για το σύστημα-στόχο και την *αντίληψη του επιστήμονα* γι' αυτό το νοητικό μοντέλο.

Το σύστημα που ένα άτομο μαθαίνει ή χρησιμοποιεί είναι, εξ ορισμού, το *σύστημα-στόχος*. Ένα *εννοιολογικό μοντέλο* επινοείται για να δώσει μια κατάλληλη αναπαράσταση του συστήματος-στόχου, κατάλληλο με την έννοια να είναι ακριβές, συνεκτικό και ολοκληρωμένο. Εννοιολογικά μοντέλα επινοούνται από τους εκπαιδευτικούς, τους συγγραφείς αναλυτικών προγραμμάτων και βιβλίων, επιστήμονες και μηχανικούς.

Τα *νοητικά μοντέλα* είναι φυσικά εξελισσόμενα μοντέλα. Αυτό σημαίνει ότι, μέσα από την αλληλεπίδραση με το σύστημα στόχο, οι άνθρωποι σχηματοποιούν νοητικά μοντέλα με το σύστημα. Αυτά τα μοντέλα χρειάζεται να είναι τεχνικά ακριβή (και συνήθως δεν είναι), αλλά είναι οπωσδήποτε λειτουργικά. Ένα άτομο, μέσα από την αλληλεπίδραση με το σύστημα θα συνεχίσει να τροποποιεί το νοητικό μοντέλο, ώστε να έχει ένα αποτέλεσμα που να δουλεύει. Τα νοητικά μοντέλα προσδιορίζονται από παραμέτρους, όπως οι τεχνικές προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες με παρόμοια συστήματα και τη δομή του ανθρώπινου επεξεργαστικού συστήματος. Ο *τρόπος αντίληψης* του νοητικού μοντέλου από τον *επιστήμονα* είναι ένα μοντέλο ενός μοντέλου.

Η πιο πάνω θεώρηση του Norman για τα νοητικά μοντέλα αποτέλεσε ένα πλαίσιο για την έρευνα που αποτελέσματά της παρουσιάζονται και συζητούνται σ' αυτή την εργασία. Το σύστημα-στόχος είναι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μια από τις λειτουργίες των δικτύων υπολογιστών. Τα εννοιολογικά μοντέλα αντιστοιχούν με τη λογική και τον τρόπο παρουσίασης των σχετικών με τα δίκτυα πληροφοριών μέσα από το αναλυτικό πρόγραμμα και τα βιβλία. Ως νοητικά μοντέλα θεωρούμε τους τρόπους, με τους οποίους οι μαθητές προσεγγίζουν, σκέφτονται και εκφράζονται για τα δίκτυα και τη λειτουργία τους. Ο τρόπος αντίληψης των νοητικών μοντέλων των μαθητών από τους επιστήμονες-ερευνητές είναι αποτέλεσμα της προσπάθειας τους να διερευνήσουν, να καταγράψουν και να κατανοήσουν όψεις των νοητικών μοντέλων. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας προσπάθειας παρουσιάζονται και συζητούνται στη συνέχεια.

Το σύστημα-στόχος – Εννοιολογικό μοντέλο

Η λειτουργία του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου αναφέρεται και άμεσα συνδέεται με τα δίκτυα υπολογιστών, τα οποία παρουσιάζουν ένα συνδυασμό στοιχείων από τις εφαρμογές της Πληροφορικής, αλλά και των Τηλεπικοινωνιών. Η έννοια δίκτυο είναι ένα σύστημα. Στη θεωρία συστημάτων η έννοια «σύστημα», όπως και οποιοδήποτε άλλο γνωστικό εργαλείο, έχει ως στόχο να χαρακτηρίσει ένα *ιδανικό αντικείμενο* (Blauberg, Sadovsky & Yudin, 1977). Το σημείο

εκκίνησης της κατασκευής του είναι σύνολο από στοιχεία, η φύση των οποίων δεν είναι περιορισμένη και μπορούν από μόνα τους να θεωρηθούν ως μονάδες περαιτέρω ανάλυσης. Υπονοείται ότι το ίδιο αντικείμενο μπορεί επίσης να θεωρηθεί ότι συγκροτείται από διαφορετικά στοιχεία, τα οποία μπορεί να θεωρηθούν επίσης ως συστήματα. Τα στοιχεία ενός συνόλου δημιουργούν σχέσεις και συνδέσεις μεταξύ τους. Το ίδιο το σύστημα αποκτά διάφορες σημασίες, ανάλογα ποια χαρακτηριστικά ή ποιες ιδιότητες κάποιος αποφασίζει να θεωρήσει. Έτσι το σύστημα διαδίκτυο είναι ένα υπέρ-σύστημα, το οποίο συγκροτείται από τα δομικά συστατικά, τη σύνδεσή τους, το λογισμικό, τους διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας της επικοινωνίας, τους διαφορετικούς τρόπους επικοινωνίας. Η έννοια αποκτά διάφορες σημασίες ανάλογα με το ποια πλευρά ή ποια υποσύστημα επιλέγονται να προσεγγισθούν. Η ύπαρξη αυτού του συστήματος δημιουργεί τη δυνατότητα λειτουργίας του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο υφίσταται ως δυνατότητα του συστήματος. Η επιλογή μιας τέτοιας προσέγγισης για τα εννοιολογικά μοντέλα καθορίζουν και τους διδακτικούς σχεδιασμούς και τις διδακτικές ενέργειες. Είναι πολύ σημαντικό, λοιπόν, να έχουν μελετηθεί, αναλυθεί και συντεθεί τα βασικά σημεία που πρέπει να περιλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα, για να αναπτυχθεί μια όσο το δυνατόν ολοκληρωμένη έννοια για το σύστημα, αφού μελετήσουμε και κατανοήσουμε τα προβλήματα των μαθητών καθώς έρχονται σε επαφή με τέτοιες οντότητες.

Ανασκόπηση ερευνητικού πεδίου

Καθώς η πληροφορική είναι ένα καινούργιο αντικείμενο στην εκπαίδευση, η διδακτική της μόλις τελευταία έχει αρχίσει να εξελίσσεται και κυρίως στηρίζεται σε παραδοσιακές προσεγγίσεις ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων. Είναι σημαντικό η διδακτική της πληροφορικής, εκμεταλλευόμενη την εμπειρία του συναφούς χώρου της διδακτικής των θετικών επιστημών, να αναπτύξει το ερευνητικό πεδίο της διερεύνησης της σκέψης των μαθητών και στη συνέχεια να οργανώσει αναλυτικά προγράμματα, που θα λαμβάνουν υπ' όψη τους τα ευρήματα. Η ερευνητική δουλειά σχετικά με τα παιδιά και τους υπολογιστές αρχικά περιορίστηκε στη διερεύνηση της στάσης και της συναισθηματικής σχέσης τους απέναντι στους υπολογιστές (Mullan, 1982, Turkle, 1984, Fairbrother, 1982). Οι Hughes et al (1987) ανάμεσα σε άλλα ερωτήματα διερεύνησαν και τις αντιλήψεις σχετικά με τον τρόπο που λειτουργούν οι Η/Υ. Επισημαίνουν ότι τα νοητικά μοντέλα των παιδιών, ηλικίας έξι έως δώδεκα ετών, για τους Η/Υ είναι αρκετά περιορισμένα και κατέγραψαν αύξηση των ανιμιστικών απαντήσεων κατά τη δεύτερη συνέντευξη της έρευνας, η οποία έγινε δυο χρόνια αργότερα από την πρώτη. Το είδος των ερωτήσεων που οι μαθητές της Β/θμιας εκπαίδευσης κάνουν όταν μαθαίνουν να χρησιμοποιούν έναν Η/Υ μελετήθηκε από τους Shaw et al (1985), οι οποίοι εντόπισαν διάφορα προβλήματα σχετικά με την κατανόηση των λειτουργιών του υπολογιστή, όπως στην εισαγωγή δεδομένων μέσω του πληκτρολογίου και στη σημασία των οδηγιών που δίνουν τα προγράμματα. Ο Ρούσσος (1996) οργάνωσε ερωτηματολόγιο ακολουθώντας την δουλειά των Hughes et al (1987) κι ανάμεσα στα άλλα διερεύνησε τα νοητικά μοντέλα των παιδιών και τις δυσκολίες τους. Τα ευρήματα σχετικά με τα νοητικά μοντέλα δείχνουν να επαληθεύουν τα αποτελέσματα των Hughes et al και αναφέρουν αύξηση των ανιμιστικών απαντήσεων από τα παιδιά ηλικίας έξι και οχτώ ετών, που ήταν πιο έμπειρα με τους Η/Υ. Καταγράφηκαν επίσης δυσκολίες των μαθητών, οι οποίες προέρχονται από τις ασαφείς οδηγίες και τις δύσχρηστες μονάδες εισόδου. Πιο πρόσφατες μελέτες (Κόμης, 1995, Komis & Michaelides, 1997) έχουν επικεντρωθεί και συστηματικά μελετήσε τις αναπαραστάσεις των μαθητών του Δημοτικού Σχολείου για τις νέες τεχνολογίες της πληροφορικής και την υπόσταση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στα μάτια των μαθητών, όπως διαμορφώνεται μέσα από την ενασχόλησή τους με τις νέες τεχνολογίες. Στις εργασίες αυτές μελετώνται επίσης διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις αναπαραστάσεις. Επίσης οι αντιλήψεις των μαθητών του γυμνασίου για την

οντότητα του ηλεκτρονικού υπολογιστή, αλλά και για το πληκτρολόγιο και την οθόνη του η/υ έχουν επίσης τελευταία μελετηθεί (Κουμούσης & Σπηλιωτοπούλου, 1999, Κρεμμυδάς & Σπηλιωτοπούλου, 1999). Στην εργασία αυτή μελετάται η σκέψη των μαθητών σχετικά με μια λειτουργία του διαδικτύου, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Η χρήση του διαδικτύου και η εφαρμογή των υπηρεσιών του στην εκπαιδευτική διαδικασία αυξάνεται με εκπληκτικούς ρυθμούς. Τα τελευταία χρόνια καταγράφεται μια μεγάλη αύξηση του αριθμού των συνδεδεμένων σχολείων της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, των μαθητών που χρησιμοποιούν υπηρεσίες του διαδικτύου σε ατομική βάση, αλλά και της ενασχόλησης με το θέμα στο αναλυτικό πρόγραμμα. Ακόμη, όμως, και οι μαθητές, που δεν έχουν προσωπική εμπειρία στη χρήση επικοινωνιακών υπηρεσιών, αναπτύσσουν ιδέες για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο από την αλληλεπίδραση με το κοινωνικοπολιτιστικό περιβάλλον, το οποίο βιώνουν. Αυτές οι ιδέες είναι άμεσα συνδεδεμένες με το σύστημα «Δίκτυο Υπολογιστών» και περιλαμβάνουν αντιλήψεις σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος. Τα νοητικά μοντέλα των μαθητών από όποια πηγή και αν προέρχονται, επιδιώκει να διερευνήσει και καταγράψει αυτή η μελέτη.

Η έρευνα

Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ερωτημάτων ανοιχτού τύπου. Τα ερωτήματα αφορούσαν βασικές όψεις των Δικτύων Υπολογιστών, όπως εκφράζονται μέσα από τη λειτουργία του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Τα ερωτήματα έβαζαν τους μαθητές να σκεφτούν και να προβληματιστούν για το πώς επιτυγχάνεται τελικά η επικοινωνία μέσω της υπηρεσίας του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε δυο επίπεδα: 1) τοπικό επίπεδο και 2) απομακρυσμένο. Πιο συγκεκριμένα ζητήθηκε από τους μαθητές να ζωγραφίσουν και να περιγράψουν πώς κατά τη γνώμη τους γίνεται η επικοινωνία μέσω e-mail: 1) μεταξύ δυο φίλων που βρίσκονται στην ίδια γειτονιά και β) δυο φίλων που ο ένας βρίσκεται στην Ελλάδα και ο άλλος στην Αυστραλία. Τέθηκαν, επίσης, δυο ανοικτά ερωτήματα: το πρώτο σχετικά με το πώς φαντάζονται ότι είναι το μέσο μεταφοράς (π.χ. καλώδια) μέσα από το οποίο ταξιδεύει η πληροφορία, το δεύτερο σχετικά με το τι περνάει μέσα από τα καλώδια, δηλαδή τι μορφή έχει η πληροφορία που μεταδίδεται.

Οι ερωτήσεις απαντήθηκαν από 66 μαθητές της Γ' Γυμνασίου, 44 μαθητές Α', Β', Γ', Τάξεων Ενιαίου Λυκείου. Οι μαθητές φοιτούσαν σε τέσσερα διαφορετικά σχολεία της Πάτρας. Όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα είχαν διδαχθεί τα αντίστοιχα στη βαθμίδα τους θέματα περί των δικτύων υπολογιστών. Τα ερωτήματα δόθηκαν στο τέλος του σχολικού έτους και πέρα από τους ερευνητικούς σκοπούς εντάχθηκαν και στο πλαίσιο της εσωτερικής αξιολόγησης των αντίστοιχων μαθημάτων για την εξαγωγή ποιοτικών συμπερασμάτων. Στην εργασία αυτή αναλύονται και παρουσιάζονται αποτελέσματα σχετικά με τα νοητικά μοντέλα και τη σκέψη που οι μαθητές της Β/θμιας Εκπαίδευσης αναπτύσσουν και χρησιμοποιούν.

Τα νοητικά μοντέλα των μαθητών

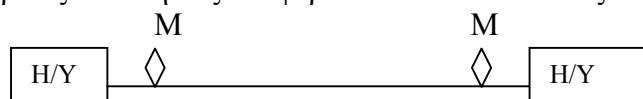
Ανάλυση για το σύστημα ως όλον

Τα σχέδια και οι απαντήσεις των μαθητών μελετήθηκαν και διάφορες πλευρές στη σκέψη των μαθητών σχετικά με το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και τα δίκτυα υπολογιστών έχουν διαπιστωθεί. Αρχικά συζητούνται τα νοητικά μοντέλα των μαθητών σχετικά με το σύστημα του δικτύου υπολογιστών, από την ύπαρξη του οποίου δημιουργείται η υπηρεσία του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Τα νοητικά μοντέλα των μαθητών αντανakλούν τις πεποιθήσεις τους (belief system) για το σύστημα υπό εξέταση, τα χαρακτηριστικά που έχουν πέσει στην αντίληψή τους (observability) και την προβλεπτική ισχύ σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος (predictive power). Σχετικά λοιπόν με το πώς επικοινωνούν δυο φίλοι στην ίδια γειτονιά ή βρίσκόμενοι σε

αντίπερα ηπείρους χρησιμοποιώντας τους υπολογιστές τους διαπιστώσαμε στη σκέψη των μαθητών νοητικά μοντέλα τα οποία παρουσιάζουμε σχηματοποιημένα στη συνέχεια:

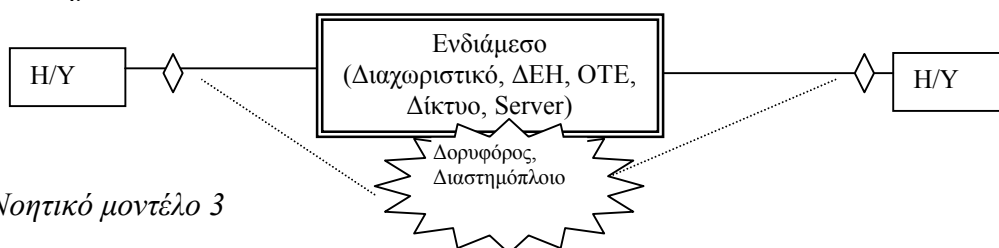
Νοητικό μοντέλο 1

Το νοητικό αυτό μοντέλο δημιουργείται από δύο μορφών απαντήσεις: 1) Απλή περιγραφή των ενεργειών που κάνει κάποιος για να στείλει ένα μήνυμα. Χαρακτηριστική περιγραφή παρατίθεται: “Ο Στάθης στέλνει στον Κώστα γραπτό μήνυμα μέσω e-mail. Πληκτρολογεί αυτό που θέλει και του το στέλνει. Επιλέγει τη διεύθυνση και πατώντας το enter, το μήνυμα αυτό θα περάσει μέσα από καλώδια. Έτσι ο Κώστας παίρνει το μήνυμα.” 2) Σχέδια των μαθητών στα οποία αναπαριστώνται δυο υπολογιστές συνδεδεμένοι με ένα ή περισσότερα καλώδια υποδηλώνοντας έτσι την επικοινωνία. Σε μερικές απαντήσεις αναφέρονται και οι συσκευές modem (M).



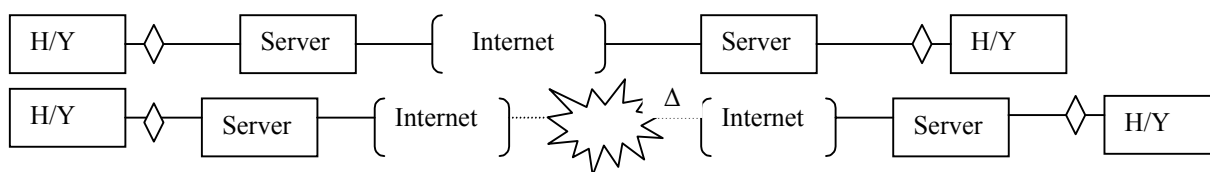
Νοητικό μοντέλο 2

Αυτό το νοητικό μοντέλο δημιουργείται από σχέδια των μαθητών που ανάμεσα σε δυο υπολογιστές ή και στα modem τους υπάρχει κάποιο ενδιάμεσο υλικό, άλλοτε ένα ακαθορίστου φύσης διαχωριστικό, άλλοτε ένας σταθμός της ΔΕΗ, ή ο ΟΤΕ, ένας Server, ένας δορυφόρος, ή ένα διαστημόπλοιο.



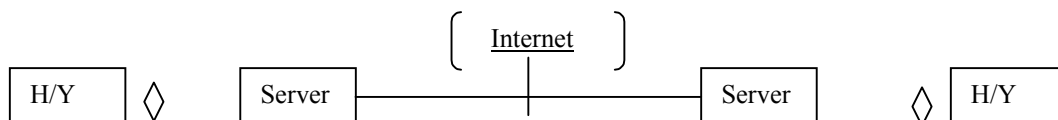
Νοητικό μοντέλο 3

Σ’ αυτή την κατηγορία το νοητικό μοντέλο περιλαμβάνει την αντίληψη ότι το Internet είναι ένα μέρος του δικτύου επικοινωνίας, στην ουσία αυτό που συνδέει τα δυο μέρη που επικοινωνούν. Μερικά σχέδια αναφέρουν την ύπαρξή του σε δυο σημεία, που θα μπορούσε κάποιος να τα χαρακτηρίσει ως νευραλγικά αφού αυτά φαίνονται να είναι στο κέντρο της επικοινωνίας.



Νοητικό μοντέλο 4

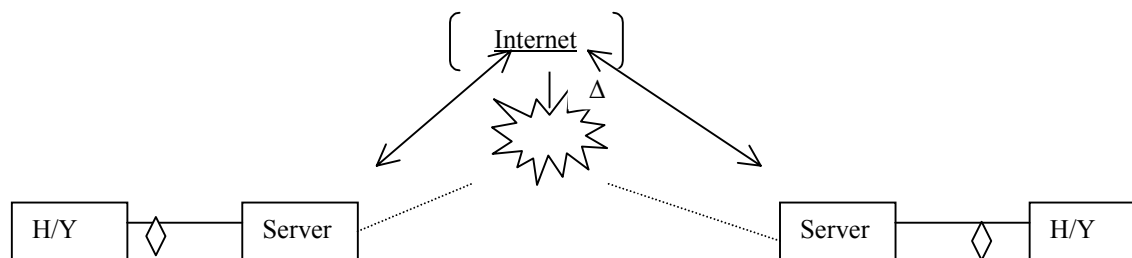
Σ’ αυτό το μοντέλο το Internet δεν συνδέεται σειριακά, βρίσκεται στο κέντρο της επικοινωνίας, αλλά λειτουργεί σαν κάτι στο οποίο βγαίνεις μέσα από το δίκτυο, σαν ένα παράθυρο. Δεν λειτουργεί ως συνδετικό, αλλά ως μια κοινή πρόσβαση.



Νοητικό μοντέλο 5

Σ’ αυτό το νοητικό μοντέλο εκφράζεται για το Internet μια αντίληψη ομπρέλας. Εδώ υπεισέρχεται και η έννοια του δορυφόρου (Δ) και ουσιαστικά η πρόσβαση και επικοινωνία με το Internet

φαίνεται ότι γίνεται μέσω δορυφόρου. Ο τρόπος που σχεδιάζεται εκφράζει την αντίληψη ότι το Internet καλύπτει το κεντρικό μέρος του δικτύου.



Εκτός από την ανάλυση των απαντήσεων ως προς το σύστημα του δικτύου, έγινε και η ανάλυση ως προς τα δομικά στοιχεία του διαδικτύου, που είναι απαραίτητα για την υπηρεσία του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και στη συνέχεια παρουσιάζονται ποσοτικά στοιχεία σχετικά με τη συχνότητα αναφοράς των στοιχείων.

Ανάλυση για επιμέρους στοιχεία του συστήματος

Δομικά χαρακτηριστικά

Στον Πίνακα I παρουσιάζονται δεδομένα που μελετήθηκαν και οργανώθηκαν με βάση τις απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου. Στην πρώτη στήλη καταγράφονται όλα τα στοιχεία, που μπορεί να θεωρηθούν απαραίτητα για να καλύψουν μια πλήρως εκτεταμένη σειρά οντοτήτων για την επικοινωνία δύο φίλων στην ίδια γειτονιά. Έτσι, στις δυο τελευταίες στήλες φαίνονται οι συχνότητες εμφάνισης κάθε στοιχείου σε απόλυτα νούμερα και ποσοστά, ενώ στην πρώτη σειρά εμφανίζεται ο αριθμός που δείχνει πόσοι μαθητές έχουν αναπαραστήσει στα σχέδιά τους ή αναφέρει στα κείμενά τους τις συγκεκριμένες ακολουθίες στοιχείων, όπως εμφανίζονται από τις επιλογές στις στήλες.

ΠΙΝΑΚΑΣ I

Δομικά στοιχεία δικτύων στις απαντήσεις μαθητών γυμνασίου για την επικοινωνία στην ίδια γειτονιά

| Πλήθος απαντήσεων Δομικά στοιχεία του δικτύου | | | | | | | Σύνολο | Ποσοστά |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|---------|
| | 26 | 23 | 9 | 6 | 1 | 1 | 66 | % |
| PC αποστολέα | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 66 | 100 |
| Modem | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | 32 | 48 |
| Τηλ. Γραμμή | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | 64 | 94 |
| Κόμβος | | | | | | | 0 | 0 |
| Παροχέας αποστολέα | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | 16 | 24 |
| Παροχέας αποδέκτη | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | 16 | 24 |
| Κόμβος | | | | | | | 0 | 0 |
| Τηλ. Γραμμή | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | 64 | 94 |
| Modem | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | 32 | 48 |
| PC Αποδέκτη | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 66 | 100 |

Ένα σημείο που είναι χαρακτηριστικό σ' αυτόν τον πίνακα, αλλά και στους υπόλοιπους πίνακες είναι μια *συμμετρία* που παρατηρείται να υπάρχει στα στοιχεία που αναφέρουν οι μαθητές αναφορικά με τους φίλους που επικοινωνούν. Τα δίκτυα, λοιπόν, έχουν μια συμμετρικότητα στη σκέψη των μαθητών, κάτι που αντιπροσωπεύει και την πραγματικότητα. Όλοι οι μαθητές ασφαλώς αναφέρουν τις συσκευές του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Ένα ποσοστό 48% αναφέρουν τα modem, ενώ 94% δεν παραλείπουν τις τηλεφωνικές γραμμές. Μόνο ένα ποσοστό 24% αναφέρει τους

Στον Πίνακα III παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία των δικτύων που καταγράφηκαν στις απαντήσεις των μαθητών λυκείου για τη επικοινωνία στην ίδια γειτονιά. Παρατηρούμε ότι ένα μεγαλύτερο ποσοστό απαντήσεων σχετικά με την αντίστοιχη ερώτηση για το Γυμνάσιο αφέρονται στην ύπαρξη του modem, 59%, καθώς και στην ύπαρξη των παρεχόντων υπηρεσίες κτύου, 36%. Επίσης 14% των απαντήσεων περιλαμβάνουν την έννοια του κόμβου, όταν κανένας μαθητής γυμνασίου δεν είχε αναφερθεί σε αυτή.

*Δομικά στοιχεία δικτύων στις απαντήσεις μαθητών γυμνασίου για την επικοινωνία
μεταξύ Ελλάδας-Αυστραλίας*

| | | Κατάταξη Στοιχείων Αποδοτικότητας | | | | | | | | | | | | Σύνολο | Ποσοστό | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|-----|
| Δομικά στοιχεία του δικτύου | Πλήθος απαντήσεων | 28 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 57 | % |
| | PC αποστολέα | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 57 | 100 |
| | Modem | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | 17 | 30 |
| | Τηλ. Γραμμή | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 22 | 39 |
| | Κόμβος | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | 3 | 5 |
| | Παροχέας αποστολέα | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | 11 | 19 |
| | Οργ. Τηλεπικοινωνιών | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | 16 | 28 |
| | Δορυφόρος | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | 55 | 96 |
| | Οργ. Τηλεπικοινωνιών | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | 16 | 28 |
| | Παροχέας Αποδέκτη | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | 11 | 19 |
| Κόμβος | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | 3 | 5 | |
| Τηλ. Γραμμή | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 22 | 39 | |
| Modem | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | 17 | 30 | |
| PC Αποδέκτη | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 57 | 100 | |

Δομικά στοιχεία δικτύων στις απαντήσεις μαθητών Λυκείου για την επικοινωνία στην ίδια γειτονιά.

[illegible]

Στον Πίνακα IV εμφανίζονται τα στοιχεία των μαθητών λυκείου. Κι εδώ παρατηρούμε τη σημασία του modem, της τηλεφωνικής γραμμής και του κόμβου να μειώνεται σε σχέση με την επικοινωνία στην ίδια γειτονιά, ενώ αυξάνεται ελαφρά η σημασία του παροχέα αποστολέα και αποδέκτη και η ύπαρξη του δορυφόρου, επίσης όπως και για τους μαθητές του γυμνασίου φαίνεται να θεωρείται σημαντική, ποσοστό 84%. Ο Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών δεν αναφέρεται σε καμιά απάντηση ανάμεσα στους μαθητές του λυκείου.

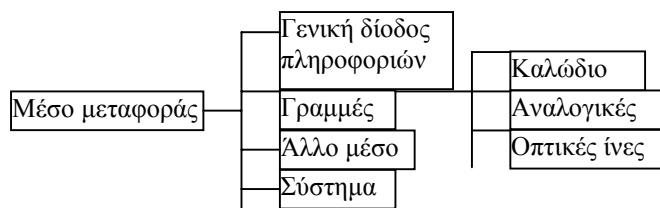
ΠΙΝΑΚΑΣ IV

Δομικά στοιχεία δικτύων στις απαντήσεις μαθητών λυκείου για την επικοινωνία μεταξύ Ελλάδας-Αυστραλίας

| Δομικά Στοιχεία του δικτύου | Πλήθος απαντήσεων | | | | | | | | | Σύνολο | Ποσοστό |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|---------|
| | 16 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 37 | % |
| PC αποστολέα | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 37 | 100 |
| Modem | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 15 | 41 |
| Τηλ. Γραμμή | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 11 | 30 |
| Κόμβος | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | 3 | 8 |
| Παροχέας αποστολέα | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | 16 | 43 |
| Οργ. Τηλεπικοινωνιών | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| Δορυφόρος | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | 31 | 84 |
| Οργ. Τηλεπικοινωνιών | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| Παροχέας Αποδέκτη | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | 16 | 43 |
| Κόμβος | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | 3 | 8 |
| Τηλ. Γραμμή | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 11 | 30 |
| Modem | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 15 | 41 |
| PC Αποδέκτη | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 37 | 100 |

Λειτουργικά στοιχεία του συστήματος

Τα λειτουργικά στοιχεία του συστήματος του δικτύου υπολογιστών στη σκέψη των μαθητών μελετώνται από τις απαντήσεις τους στα ερωτήματα για το πώς φαντάζονται τη μορφή της πληροφορίας που μεταδίδεται μέσα από το δίκτυο και το μέσο μεταφοράς της πληροφορίας. Οι γενικές κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών παρουσιάζονται στα σχήματα 1 και 2.



Σχήμα 1 Γενικές κατηγορίες στις απαντήσεις των μαθητών σχετικά με το μέσο μεταφοράς στα δίκτυα υπολογιστών

Σχετικά με το μέσο μεταφοράς ένα μικρό ποσοστό μαθητών, κυρίως του γυμνασίου, φαντάζονται το μέσο μεταφοράς σαν μια γενική δίοδο πληροφοριών, περιγράφοντας το σαν “σήραγγα μέσα από την οποία περνάνε μηνύματα”. Ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών αναφέρονται σε γραμμές είτε καλωδίων, είτε αναλογικές, είτε οπτικών ινών. Όπως φαίνεται στον Πίνακα V, το 32% των μαθητών γυμνασίου αναφέρονται σε απλό καλώδιο μη προσδιορίζοντας ακριβώς τη φύση του, αλλά περιγράφουν την κατασκευή του ή διάφορα χαρακτηριστικά του. Το 12% αναφέρει ότι το καλώδιο είναι ηλεκτρικό, ενώ το 26% τηλεφωνικό. Ένα ποσοστό 16% αναφέρει το ομοαξονικό καλώδιο, ποσοστό που δεν βελτιώνεται στους μαθητές του λυκείου.

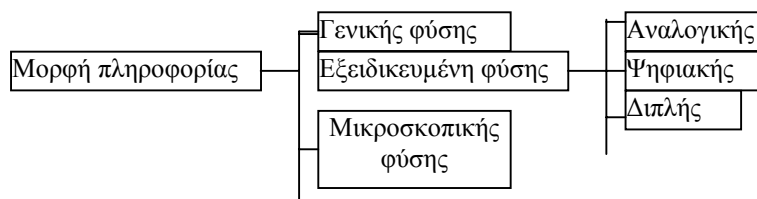
ΠΙΝΑΚΑΣ V

Κατηγορίες απαντήσεων σχετικά με το μέσο μετάδοσης της πληροφορίας και τις συχνότητες επιλογής από τους μαθητές

| Κατηγορίες μέσου μετάδοσης | | Ποσοστό απαντήσεων Γυμνασίου | Ποσοστό απαντήσεων Λυκείου |
|----------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Γενική δίοδος Πληροφοριών | | 5% | - |
| Καλώδια | Απλό | 32% | - |
| | Ηλεκτρικό | 12% | 4% |
| | Τηλεφωνικό | 26% | 35% |
| | Ομοαξονικό | 16% | 13% |
| | Συνεστραμμένου ζεύγους | - | 17% |
| Αναλογικές Γραμμές | | 5% | - |
| Οπτικές ίνες | | 7% | 44% |
| Άλλο μέσο | | 2% | - |
| Συστήματα | | 2% | 9% |

Οι *οπτικές ίνες* αναφέρονται από το 7% των μαθητών του γυμνασίου, ενώ κάποιοι μαθητές χρησιμοποιούν όρους όπως *αναλογικές γραμμές*, ή *άλλο μέσο*, όπως ενέργεια ή *συστήματα* μετάδοσης, όπως για παράδειγμα “η πληροφορία μεταδίδεται με τα καλώδια και τους δορυφόρους”. Οι μαθητές του Λυκείου αναφέρονται στο τηλεφωνικό καλώδιο συχνότερα, ενώ εδώ εμφανίζεται σε ποσοστό 17% η χρήση του συνεστραμμένου ζεύγους, το οποίο δεν συναντάται καθόλου στους μαθητές του Γυμνασίου. Σχεδόν οι μισοί μαθητές λυκείου φαίνεται να γνωρίζουν την αυξανόμενη χρήση των οπτικών ινών και ένα μικρό ποσοστό, μεγαλύτερο όμως από το ποσοστό του γυμνασίου αναφέρεται σε συστήματα ως μέσο μεταφοράς, εμφανίζοντας ένα ευρύτερο τρόπο αντιμετώπισης της μετάδοσης της πληροφορίας.

Αναφορικά με την *πληροφορία* που μεταδίδεται στα δίκτυα, αυτή σύμφωνα με τις περιγραφές των μαθητών μπορεί να είναι είτε *γενικής φύσης*, είτε *εξειδικευμένης φύσης* ή *μικροσκοπικής φύσης*. Στην ομάδα γενικής φύσης περιλαμβάνονται απαντήσεις όπως κωδικοποιημένα μηνύματα, πληροφορίες, χαρακτήρες πληκτρολόγησης, ή e-mail. Στη δεύτερη ομάδα εντάσσονται απαντήσεις, οι οποίες περιγράφουν πιο συγκεκριμένα τη μορφή της μεταδιδόμενης πληροφορίας. Έτσι μπορεί να είναι ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρικά κύματα ή σήματα, αναλογικά σήματα, είτε ψηφιακής μορφής πληροφορίες, σε bits, 010100., είτε αναφέρεται η ύπαρξη και μετατροπή στα διάφορα μέρη του συστήματος του δικτύου από αναλογική σε ψηφιακή και αντίθετα.



Σχήμα 1 Γενικές υπολογιστών κατηγορίες στις απαντήσεις των μαθητών σχετικά με τη μορφή της πληροφορίας που διακινείται στα δίκτυα υπολογιστών

Ένα μικρό ποσοστό μαθητών γυμνασίου θεωρούν ότι τα ηλεκτρόνια, τα πρωτόνια ή τα νετρόνια είναι η πληροφορία που μεταφέρεται. Στον Πίνακα VI παρατηρούμε τη μετάβαση από μια γενική αντίληψη για την πληροφορία στους μαθητές του γυμνασίου σε μια πιο συγκεκριμένη εικόνα για τη φύση και τη λειτουργία της μετάδοσης της πληροφορίας στους μαθητές του λυκείου.

Πίνακας VI*Κατηγορίες απαντήσεων σχετικά με τη μορφή της πληροφορίας και τις συχνότητες επιλογής από τους μαθητές*

| Κατηγορίες πληροφορίας | Ποσοστό απαντήσεων Γυμνασίου | Ποσοστό απαντήσεων Λυκείου |
|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Γενικής φύσης | 40% | - |
| Αναλογικής φύσης | 34% | 13% |
| Ψηφιακής φύσης | 12% | 35% |
| Διπλής φύσης | 10% | 30% |
| Μικροσκοπικής φύσης | 4% | - |

Κανένας μαθητής του λυκείου δεν αναφέρεται με όρους γενικής φύσης στις περιγραφές της μορφής της πληροφορίας, ενώ έχουμε μια σημαντική αύξηση σχετικά με τους μαθητές του γυμνασίου στις ομάδες που αναφέρονται στην ψηφιακή και στην διπλή φύση της πληροφορίας κατά τη μετάδοσή της.

Συμπεράσματα

Οι μαθητές αναπτύσσουν τη σκέψη τους για τα Δίκτυα Υπολογιστών μέσα από τις διάφορες υπηρεσίες που χρησιμοποιούν και μέσα από τις διάφορες καταστάσεις της καθημερινής ζωής ή του σχολείου που βιώνουν. Δημιουργούν, έτσι, νοητικά μοντέλα, τα οποία χαρακτηρίζουν τις αντιλήψεις τους και τις ενέργειές τους και επηρεάζουν τις μαθησιακές διεργασίες. Η σκέψη τους για το τι βρίσκεται πίσω από μια διαδικασία που ακολουθούν ή που τους περιγράφεται και για την έννοια - σύστημα, όπως αυτή του δικτύου υπολογιστών η οποία εμπλέκεται, ασφαλώς και εμφανίζει ιδιαίτερες δυσκολίες να δημιουργηθεί με μια πλήρη σαφήνεια στη σκέψη των μαθητών. Αυτό περιλαμβάνει, εκτός από τη δημιουργία ενός γνωστικού σχήματος για την υπόσταση του όλου και της λειτουργίας του, την κατασκευή σχημάτων για τα επιμέρους στοιχεία-έννοιες, για τους τρόπους σύνδεσής τους, για τους τρόπους λειτουργίας τους, καθώς και για τις σημασίες των μερών και του όλου στα διάφορα πλαίσια αναφοράς.

Οι έννοιες του κόμβου και του παροχέα υπηρεσιών φαίνεται να μην υπάρχουν ξεκάθαρες στη σκέψη των μαθητών, ενώ η σημασία και ο ρόλος του δορυφόρου στην απομακρυσμένη επικοινωνία μέσω Η/Υ φαίνεται να έχει γίνει αντιληπτός. Αυτό βέβαια θα μπορούσε να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι οι πρώτες έννοιες έχουν άμεση συνάφεια και μεταξύ τους και με την έννοια του server, την οποία οι μαθητές συχνά χρησιμοποιούν, ενώ η έννοια του δορυφόρου είναι μια διακριτή και διαφορετική οντότητα σχετικά με το υπόλοιπο δίκτυο, αφού η φύση της σύνδεσής του είναι τελείως διαφορετική από αυτή των υπολοίπων στοιχείων του δικτύου. Από την άλλη μεριά φαίνεται να επηρεάζει τόσο πολύ τη σκέψη τους, ώστε ελάχιστα αναφέρονται άλλοι τρόποι υπερπόντιας επικοινωνίας.

Τα νοητικά μοντέλα των μαθητών για το δίκτυο ως σύστημα, που βρίσκεται πίσω από την υπηρεσία του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, φαίνεται ακολουθούν μια εξελικτική πορεία από αναπαραστάσεις απλών συνδέσεων σε πιο εμπλουτισμένες με διάφορα στοιχεία συνδέσεις, χωρίς αυτό όμως να σημαίνει ότι έννοιες, όπως αυτή του internet, έχουν αποκτήσει μια σημασία πιο κοντά στην επιστημονική.

Σχετικά με τα επιμέρους θέματα της μορφής της πληροφορίας και του μέσου μετάδοσής της, η διδασκαλία των σχετικών θεμάτων φαίνεται να προσφέρει κάποιες πληροφορίες που χρησιμοποιούνται από τους μαθητές. Έτσι εμφανίζεται μια βελτίωση στις απαντήσεις των μαθητών του λυκείου σχετικά με τη φύση της πληροφορίας, τη λειτουργία και τα νέα μέσα μετάδοσης της. Αυτό που φαίνεται είναι ότι οι μαθητές αποκτούν κάποιες πληροφορίες, τις συγκροτούν σε νοητικά μοντέλα για όλα αυτά τα σύγχρονα θέματα, αλλά τα οποία απέχουν από το να είναι αποδεκτές ως προς το επιστημονικό μέρος αναπαραστάσεις των δικτύων και της λειτουργίας τους.

Οι διδακτικές επιλογές για ένα θέμα όπως είναι τα δίκτυα υπολογιστών χρειάζεται να γίνονται με ιδιαίτερη προσοχή και μελέτη τόσο των νοητικών μοντέλων των μαθητών, όσο και των εννοιολογικών μοντέλων του συστήματος από επιστημονικής πλευράς και σε σχέση με τα εννοιολογικά μοντέλα των βιβλίων. Διαπιστώνεται ότι ο τρόπος εμπλοκής των μαθητών στο σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα με οντότητες, όπως αυτή του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου δεν καλύπτουν εκείνες τις πλευρές του θέματος που θα οδηγούσαν σε μια κατανόηση του τι ακριβώς είναι και πώς λειτουργούν. Συχνά η επαφή τους με τέτοια θέματα είναι ελλειπτική για τα μάτια των μαθητών. Τα εννοιολογικά μοντέλα για τις διάφορες οντότητες, που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμά τους, χρειάζεται να ανακατασκευασθούν. Ποιες όψεις, ποια στοιχεία επιλέγονται να εισαχθούν σε κάθε βαθμίδα από τα αναλυτικά προγράμματα, με ποιο τρόπο παρουσίασης και με ποια λογική και με ποια αιτιολόγηση. Η γενική θεωρία συστημάτων θα μπορούσε να αποτελέσει ένα μεθοδολογικό άξονα ανάπτυξης του σχετικού περιεχομένου. Κύρια έργα χρειάζεται να είναι: 1)ο ορισμός της έννοιας του συστήματος «δίκτυο υπολογιστών» και όλων των εννοιών που σχετίζονται 2)η ταξινόμηση των συστημάτων και ο εντοπισμός νόμων που ισχύουν στο σύστημα ως όλο, αλλά και στα επιμέρους υποσυστήματα, 3)η κατασκευή μοντέλων για τη συμπεριφορά των συστημάτων και 4)η ανάπτυξη ειδικών τυποποιημένων λογικών και μεθοδολογικών εργαλείων για τη λύση σχετικών προβλημάτων και το σχηματισμό θεωρητικών θεμελίων για ειδικά συστήματα εννοιών που βοηθούν στην προσέγγιση και διαχείριση των γνωστικών σχημάτων για το σύστημα. Θεωρούμε ότι, μόνο αν υπάρχουν συστηματοποιημένα εννοιολογικά μοντέλα για έννοιες όπως τα δίκτυα υπολογιστών, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς και τα αναλυτικά προγράμματα μπορούμε να βοηθήσουμε τους μαθητές μας να βρουν ένα εννοιολογικό δρόμο για να προσεγγίσουν έννοιες τόσο πολύπλοκης και εξελισσόμενης τόσο γρήγορα φύσης.

Βιβλιογραφία

- Blauberg, I.V., Sadovsky, V.N. & Yudin, E.G. (1977). Systems Theory. Philosophical and Methodological Problems. Moscow: Progress Publishers.
- Comis, V. and Michaelides, P. (1997). Representations of new computer technologies made by children of 9 to 12 years: A comparative study between Greek and French children. Στο Τ. Πατρώνης & Π. Πιντέλας (Επιμ.) 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο “Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση”. Εκδ. Γ.Α. Πνευματικού, Αθήνα.
- Fairbrother, R. (1982). Some children’s perceptions of computers. *Primary Contact*, 1(1)
- Hughes, M., Brackenridge, A. & Macleod, H. (1987). Children’s ideas about computers. In J.Rutkowska, & C. Crook (Eds.) *Computers, Cognition and Development*. Wiley
- Κόμης, Β. (1995). Αναπαραστάσεις των Μαθητών του Δημοτικού στις Νέες Τεχνολογίες. Στο Γ. Φιλίππου, Κ. Χρίστου & Α. Κάκας (Επιμ.) Β’ Πανελλήνιο Συνέδριο “Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση”. Σύγχρονη Εποχή Κύπρου, Λευκωσία.
- Κουμούσης, Κ. & Σπηλιωτοπούλου, Β. (1999). Το ερευνητικό ‘παράδειγμα’ της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και οι Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση: Η σκέψη των μαθητών για τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στο Π. Κουμαράς, Π. Καριώτογλου, Β. Τσελέφης & Δ. Ψύλλος (Εκδ.) 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, ΠΡΑΚΤΙΚΑ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ΠΤΔΕ. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.
- Κρεμμυδάς, Π. & Σπηλιωτοπούλου, Β. (1999) Οι Αντιλήψεις των Μαθητών για την Οθόνη και το Πληκτρολόγιο του Η/Υ. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Μαθηματικών και Πληροφορικής στην Εκπαίδευση, Οκτώβριος 1999, Ρέθυμνο, Πανεπιστήμιο Κρήτης (υπό δημοσίευση).
- Mullan, A. (1982). Some observations on children’s attitudes to, and the role of, microcomputers in primary schools. In R.Garland (Ed.) *Microcomputers and Children in the Primary School*. The Falmer Press, Sussex.
- Norman, A. D. (1983). Some Observations on Mental Models. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds) *Mental Models*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ρούσσοις, Π. Α. (1996). Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές στη δημοτική εκπαίδευση: Ιδέες, εμπειρίες, στάσεις και δυσκολίες των παιδιών. *Ψυχολογία*, 3(1).

Shaw, D.G., Swigger, K. & Herndon, J. (1985). Children's questions: A study of questions children ask while learning to use a computer. *Computers in Education*, 9.

Turkle, S. (1984). *The Second Self: Computers and the Human Spirit*. Granada, London.